



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

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA
LLENADORA, ETIQUETADORA Y PALETIZADORA DE LA LÍNEA 3 DE REFRESCOS DE LA
EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS**

Fernando José Reiche Salazar

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández

Guatemala, mayo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA
LLENADORA, ETIQUETADORA Y PALETIZADORA DE LA LÍNEA 3 DE REFRESCOS DE LA
EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FERNANDO JOSÉ REICHE SALAZAR
ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2013

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archila
EXAMINADOR	Ing. Armando Gálvez Castillo
EXAMINADOR	Ing. Adolfo René Hernández Hernández
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:

DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LLENADORA, ETIQUETADORA Y PALETIZADORA DE LA LÍNEA 3 DE REFRESCOS DE LA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 17 de noviembre de 2010.



Fernando José Reiche Salazar



Guatemala 18 de julio de 2012


Ingeniero Julio Campos
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero Julio Campos:

Por este medio le informo que he revisado el informe final del trabajo de graduación llamado: **"DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LLENADORA, ETIQUETADORA Y PALETIZADORA DE LA LÍNEA 3 DE REFRESCOS DE LA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS"**, del estudiante **Fernando José Reiche Salazar**.

Estando de acuerdo con el contenido del mismo.

Atentamente,


Víctor Manuel Ruiz Hernández
INGENIERO MECANICO
COLEGIADO 4620

Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
Colegiado No. 4620

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 y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LLENADORA, ETIQUETADORA Y PALETIZADORA DE LA LÍNEA 3 DE REFRESCOS DE LA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS, del estudiante **Fernando José Reiche Salazar**, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑADA A TODOS



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, julio de 2012 .

/behdei.

**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 de la Directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación, **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LLENADORA, ETIQUETADORA Y PALETIZADORA DE LA LÍNEA 3 DE REFRESCOS DE LA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS** del estudiante **Fernando José Reiche Salazar**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz

DIRECTOR



Guatemala, mayo de 2013.

JCCP/beldei



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: **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LLENADORA, ETIQUETADORA Y PALETIZADORA DE LA LÍNEA 3 DE REFRESCOS DE LA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS**, presentado por el estudiante universitario: **Fernando José Reiche Salazar**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, mayo de 2013

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Todopoderoso lleno de amor y misericordia
Mi madre	Ana Virginia Salazar Estrada
Mis hermanos	Edgar Emilio y Guillermo Alejandro Reiche Salazar
Mi padre	Julio Enrique Reiche Pop
Mi esposa	Alicia Lucrecia Pérez Ramírez
Mi hijo	Santiago José Reiche Pérez

AGRADECIMIENTOS A:

**La Universidad de
San Carlos de Guatemala**

Por recibirme y enseñarme
con paciencia y esmero

Mis padrinos

Allan Cifuentes Brincker y
Erika Lima Guzmán

Mi asesor

Ing. Víctor Manuel Ruiz

Mis amigos

Allan Cifuentes, Erika Lima,
Jenny Rodríguez, Irán Guerra,
Idy del Cid, Alex Morales,
Edgar Jiatas, José Grajeda,
Omar Cárdenas, Alfredo Rivera,
Gustavo González, Noé Gálvez,
Fredy Portillo y José Alejos

La empresa

Empresa Embotelladora de
Agua Pura Salvavidas, S.A.

1.2.3.	Técnicas térmicas.....	9
1.2.4.	Técnicas de vibraciones	9
1.2.4.1.	Medición global.....	10
1.2.4.2.	Detección de fallas en rodamientos	10
1.2.4.3.	Análisis de espectro.....	11
1.2.4.4.	Monitoreo de corriente	11
1.2.4.5.	Monitoreo de lubricantes.....	11
1.2.4.6.	Monitoreo de la corrosión	11
1.2.5.	Planificación del mantenimiento	12
1.2.5.1.	Planificación a largo plazo	12
1.2.5.2.	Planificación a corto plazo	12
1.2.5.3.	Planificación de aplicación inmediata... ..	12
2.	ANTECEDENTES.....	13
2.1.	Diagnóstico del Plan de Mantenimiento de la empresa	13
2.1.1.	Análisis del comportamiento de la línea de producción.....	13
2.1.1.1.	Selección de las máquinas que formarán parte del Plan de Mantenimiento	13
2.1.1.2.	Valorar el grado de deterioro de las máquinas	14
2.1.1.3.	Estudio técnico de las máquinas.....	14
2.1.1.4.	Formación de archivo técnico	14
2.1.1.5.	Codificación de la maquinaria	14
2.1.1.6.	Determinación de parámetros de funcionamiento global	15
2.1.1.7.	Definición de los objetivos del Plan de Mantenimiento	16

2.1.1.8.	Segmentar la maquinaria	16
2.1.1.9.	Subdividir las partes de la maquinaria	16
2.1.1.10.	Elaboración del Manual de Mantenimiento tipo TPM.....	16
2.1.1.11.	Determinación de los repuestos requeridos	18
2.1.1.12.	Calcular la disponibilidad para el mantenimiento.....	18
2.1.1.13.	Elaboración del Gantt anual	20
2.1.1.14.	Organizar la ejecución de las inspecciones de mantenimiento	20
2.1.1.15.	Creando el clima de participación.....	20
2.1.1.16.	Calcular el costo total del Plan de Mantenimiento.....	21
2.1.1.17.	Inicio del Plan de Mantenimiento.....	22
2.1.1.18.	Evaluar el Plan de Mantenimiento	22
2.1.1.19.	Actualizar el Plan de Mantenimiento	23
2.1.2.	Inspección de la maquinaria.....	23
2.1.3.	Lubricación de la maquinaria	24
2.1.3.1.	Lubricante	24
2.1.3.2.	Equipo para lubricar	24
2.1.3.3.	Cantidad.....	24
2.1.3.4.	Frecuencia	24
2.1.3.5.	Estado de la máquina.....	25
2.1.4.	Limpieza de la maquinaria	25
2.1.5.	Conclusiones respecto al Plan de Mantenimiento de la empresa	25

3.	PROPUESTA HACIA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	27
3.1.	Bases para un mejor funcionamiento de la maquinaria	28
3.1.1.	Conocimiento de la maquinaria	28
3.1.1.1.	Llenadora.....	28
3.1.1.1.1.	Breve descripción	29
3.1.1.1.2.	Funcionamiento	29
3.1.1.1.3.	Accionamiento	30
3.1.1.1.4.	Flujo de envases.....	30
3.1.1.2.	Etiquetadora	31
3.1.1.2.1.	Breve descripción	31
3.1.1.2.2.	Estructura de la etiquetadora.....	32
3.1.1.2.3.	Componentes de la etiquetadora.....	33
3.1.1.3.	Paletizadora.....	34
3.1.1.3.1.	Breve descripción	34
3.1.1.3.2.	Funcionamiento	34
3.2.	Consideraciones previas al arranque de la maquinaria	37
3.2.1.	Cambios en la presentación del producto.....	43
3.2.1.1.	Piezas que se cambiarán cuando se realice el cambio de presentación	43
3.2.1.1.1.	Llenadora.....	44
3.2.1.1.2.	Etiquetadora	47
3.2.1.1.3.	Paletizadora.....	65
3.2.1.2.	Herramienta mecánica a utilizar durante el cambio de presentación	67
3.3.	Arranque de la maquinaria	68
3.3.1.	Llenadora	68
3.3.2.	Etiquetadora	72

3.3.3.	Paletizadora	75
3.3.3.1.	Función automática	75
3.3.3.2.	Función manual.....	76
3.3.3.3.	Nuevo arranque después de una parada.....	77
3.3.3.4.	Parada manual normal	77
3.3.3.5.	Parada automática y parada de emergencia	78
3.4.	Consideraciones durante el funcionamiento	78
3.4.1.	Llenadora.....	79
3.4.1.1.	Puesta en marcha	79
3.4.2.	Etiquetadora	81
3.4.3.	Paletizadora	82
3.5.	Lubricación de la maquinaria	82
3.5.1.	Aspectos a tomar en cuenta durante la lubricación de la maquinaria	82
3.5.2.	Llenadora.....	83
3.5.2.1.	Cruces Cardán	83
3.5.2.2.	Eje distribuidor central.....	85
3.5.2.3.	Chumaceras de transporte llenadora-empacadora	86
3.5.2.4.	Cadena de tracción transporte llenadora-empacadora	87
3.5.3.	Etiquetadora	88
3.5.3.1.	Grasera del carrusel.....	88
3.5.3.2.	Unidad de mantenimiento	89
3.5.3.3.	Cruz Cardán superior e inferior	90
3.5.3.4.	Transportadora de salida	91
3.5.3.5.	Sprocket.....	92

	3.5.3.6.	Cadenas	93
	3.5.3.7.	Engranajes	94
	3.5.3.8.	Resortes elevadores	95
3.5.4.		Paletizadora	96
	3.5.4.1.	Regleta graseras mesa de acumulación	96
	3.5.4.2.	Rodos de corredora de mesa de paquetes	97
	3.5.4.3.	Chumacera elevadora de mesa de paquetes.....	98
	3.5.4.4.	Punto central de acondicionador de cartón	99
	3.5.4.5.	Grasera del rodo de elevación de cartones	100
3.6.		Fallas y posibles soluciones para la maquinaria.....	101
	3.6.1.	Llenadora	101
	3.6.2.	Etiquetadora	103
	3.6.3.	Paletizadora	110
3.7.		Limpieza de la maquinaria.....	112
	3.7.1.	Llenadora	113
	3.7.2.	Etiquetadora	114
	3.7.3.	Paletizadora	115
4.		SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	117
	4.1.	Importancia del seguimiento para el mantenimiento de la maquinaria.....	117
	4.2.	Formato de tabla de control para el seguimiento del Mantenimiento de la maquinaria	118
	4.2.1.	Control para la lubricación de la maquinaria	119

4.2.1.1.	Llenadora	119
4.2.1.2.	Etiquetadora.....	119
4.2.1.3.	Paletizadora	121
4.2.2.	Limpieza para toda la línea de producción	122
CONCLUSIONES.....		125
RECOMENDACIONES.....		127
BIBLIOGRAFÍA.....		129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Representación de flujo de envases.....	31
2.	Representación de la armazón de la etiquetadora	32
3.	Representación de los componentes de la etiquetadora	33
4.	Representación de la paletizadora	36
5.	Guías	44
6.	Estrellas	45
7.	Sujetadora de estrellas.....	45
8.	Guías	46
9.	Pinzas de las estrellas.....	46
10.	Estrellas de la etiquetadora.....	48
11.	Curva de guía	49
12.	Piezas guía de la estrella	50
13.	Barandilla del transportador	51
14.	Perno para bloquear estrella	52
15.	Tornillo sin fin	53
16.	Perno de sujeción	54
17.	Carro de ajuste.....	55
18.	Cabezal de la máquina.....	56
19.	Tulipa	57
20.	Discos	58
21.	Esponja de alisado.....	59
22.	Conjunto etiquetador	60
23.	Vista superior del cilindro de transferencia de vacío.....	61

24.	Detector de la marca de corte	62
25.	Pantalla táctil	63
26.	Portabobinas	64
27.	Guía lateral del transportador	65
28.	Representación de las placas laterales.....	67
29.	Cruces Cardán	84
30.	Eje.....	85
31.	Chumacera	86
32.	Cadena.....	87
33.	Carrusel.....	88
34.	Depósito de aceite para la Unidad de Mantenimiento	89
35.	Cruz Cardán superior e inferior respectivamente	90
36.	Chumacera del transportador de salida	91
37.	Sprocket	92
38.	Cadenas motrices.....	93
39.	Engranajes	94
40.	Resortes	95
41.	Regleta.....	96
42.	Rodos	97
43.	Chumacera	98
44.	Unidad de engrase	99
45.	Regleta	100
46.	Representación de la ruta de pasos para la limpieza de la línea de refrescos	123

TABLAS

I.	Problemas en el arranque o paro de la llenadora	101
II.	Problemas en el ajuste de los envases en el tornillo sin fin	102

III.	Problema con el llenado de envases	102
IV.	Problemas con la velocidad de la llenadora al llenar los envases	103
V.	Problema con el nivel del líquido en los envases	103
VI.	Problema con el etiquetado de los envases	104
VII.	Problema por rompimiento de la cinta de etiquetado	105
VIII.	Problema con la cuchilla cortadora de etiquetas	105
IX.	Problema con la aplicación del adhesivo en la etiqueta	106
X.	Problema con etiquetas	107
XI.	Problema con el etiquetado de los envases	108
XII.	Problema con la posición de la etiqueta en el envase	108
XIII.	Problema con la presentación de las etiquetas en los envases	109
XIV.	Problema con el corte de la etiqueta	109
XV.	Problema al producirse acuñamiento de los embalajes	110
XVI.	Problema con el ajuste de los paletes	110
XVII.	Problema con el ajuste por desgaste	111
XVIII.	Problema con los posicionamientos	111
XIX.	Problema con la posición de los embalajes	112
XX.	Pasos para la limpieza de la llenadora	113
XXI.	Pasos para la limpieza de la etiquetadora	114
XXII.	Pasos para la limpieza de la paletizadora	115
XXIII.	Modelo del programa de lubricación para la llenadora de la línea 3 de refrescos	119
XXIV.	Modelo del programa de lubricación para la etiquetadora de la línea 3 de refrescos	120
XXV.	Modelo del programa de lubricación para la paletizadora de la línea 3 de refrescos	121

XXVI. Tipo de CIP que se debe aplicar según sea el cambio de
bebida en la línea de producción..... 122

GLOSARIO

Aceite CC 77	Lubricante de uso industrial extremadamente inflamable utilizado para las cadenas de tracción en la entrada como en la salida de la llenadora.
Aceite 943 AW 68	Fluido hidráulico circulante, aceite de petróleo severamente hidratado utilizado para maquinaria de la industria de alimentos.
Bombazo	Acción de aplicar lubricante en la parte indicada el número necesario de veces, utilizando una bomba manual de lubricación.
Conjuntos auxiliares	Son todas aquellas partes intermedias o complementarias de la llenadora, como los transportadores, lubricadores, conjuntos auxiliares de la taponadora, etc.
FESTO OFSW 32	Lubricante utilizado para válvulas y cilindros, funciona por barrido del aire inyectado a presión que lo lleva a las partes a lubricar de la maquinaria.
Obeen UF3	Spray de grasa seguro fisiológico y transparente, para superficies y partes de maquinaria utilizada en la industria de alimentos y bebidas. Resistente al agua, vapor, ácidos frutales y detergentes alcalinos.

Olista	Grasa de uso industrial utilizada para la lubricación de las llenadoras.
Perturbaciones	Son los eventos que impiden la producción por corto o largo tiempo y que no están incluidas dentro de los paros programados para mantenimiento o para limpieza o sanitización.
Potenciómetro	Resistencia eléctrica variable.
Tribol 823-2	Grasa para maquinaria que manipula productos alimenticios de color blanco, utilizada para el eje central de la llenadora, inofensiva para el cuerpo humano.

RESUMEN

El mantenimiento industrial es de vital importancia durante el proceso de producción, ya que permite la conservación de la maquinaria, los edificios y aún de la mano de obra directa que manipula tanto la maquinaria como el entorno.

Si se siguen las disposiciones que se dan para la maquinaria por el fabricante, se puede mantener la misma en un estado de funcionamiento que será útil hasta las horas calculadas. Sin embargo, con la implementación de ciertos tipos de mantenimiento, este funcionamiento puede ser aún disminuido y dejar de ser efectivo con el tiempo, llegando a ser el deterioro mucho más grande del que se tenía previsto.

El mantenimiento productivo total (TPM) es una cultura industrial en la que todos los empleados están involucrados, desde los altos mandos hasta los operadores. Sus objetivos son:

- Mejorar la productividad
- Mejorar el producto final
- Reducir el mantenimiento correctivo
- Extender la vida útil de la maquinaria
- Tener un mejor control del inventario
- Mejorar la salud y la higiene de la empresa

La filosofía del TPM consiste en que el mantenimiento, el cuidado de los equipos y cualquier actividad relacionada con estos, es responsabilidad de todos, y esto se logra siguiendo cuatro pasos:

- Establecer grupos de mejora
- Implementar el mantenimiento autónomo
- Administrar equipos de trabajo
- Mejorar técnicas de mantenimiento

El TPM se inicia con:

- Inspección de las instalaciones para una evaluación preliminar
- Obtener el apoyo de Gerencia y personal
- Organizar equipos de dirección en cada fase
- Definir metas, objetivos y planes
- Establecer un área como piloto
- Establecer en dicha área los equipos que son críticos
- Capacitar a todo el personal en la filosofía y la técnica necesaria para alcanzar la meta propuesta.

- Diseñar equipos de mejora
- Difundir de manera masiva el inicio del TPM

La observación de las instalaciones dará una buena base para tomar una decisión del lugar de inicio, también si se ha llevado algún tipo de registro ayudará a decidir de una mejor manera si un sitio tiene más necesidad que otro.

Debe considerarse como esencial el apoyo de la Gerencia, ya que si no se involucran, los objetivos no podrán medirse con la precisión que se desea, de capacitarse al personal, según sea el criterio observado en el mismo, ya que la cultura influye en el tipo de actividad que se realizará.

Por lo tanto es importante buscar ayuda externa, de personas que ya hayan implementado con éxito el TPM en otras industrias.

Deben establecerse estándares que permitan la autoevaluación para saber el grado de avance.

Al documentarse todo el proceso, permitirá monitorear los indicadores con el fin de que al aplicar auditorías externas se pueda tener un mejor control del camino avanzado.

Para la Embotelladora de Agua Pura Salvavidas el mantenimiento tiene un lugar preponderante, sin él no se podría llegar al objetivo de calidad y servicio que se ha trazado.

El mantenimiento tipo TPM da a las distintas líneas de producción una eficiencia mayor, una menor frecuencia de paros por mantenimiento correctivo, mejor limpieza e higiene en la línea, lo cual es fundamental por ser una empresa que se dedica a la rama de alimentos, un tiempo de vida útil más amplio para la maquinaria y una identificación más cercana por parte del operador con la maquinaria.

OBJETIVOS

General

Diseñar el Plan de Mantenimiento Productivo Total para la llenadora, etiquetadora y paletizadora de la línea tres de refrescos de la Embotelladora de Bebidas Gaseosas Salvavidas.

Específicos

1. Definir un plan para involucrar a todo el personal, desde altos mandos hasta mano de obra directa en la ejecución del TPM.
2. Desarrollar sistemas de control en cada etapa de la implementación del TPM.
3. Realizar ajustes basados en los métodos de control para mejorar los puntos débiles durante la implementación.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento industrial ha sido una herramienta administrativa poco utilizada durante la historia de la producción. Ha sido visto como un gasto que debe dejarse por un lado hasta que sea necesario, por lo tanto no ha sido visto como lo que realmente es, como un ahorro y por lo tanto una reducción de costos durante el proceso de la producción.

Cuando la humanidad empezó a utilizar maquinaria para la producción de bienes en cantidades enormes notó que la maquinaria hecha con metales, polímeros o madera no duraba mucho tiempo, notó que los cambios por reparación para seguir con el proceso de producción que se realizaban eran el resultado de varios factores que no eran constantes, como el clima, el entorno, las personas que operaban la maquinaria, el tipo de trabajo que la maquinaria realizaba, por mencionar algunos, y pudo ver la importancia de tomar medidas que contrarrestaran el deterioro que por el uso se presentaba en las líneas de producción.

Después de 1880, la maquinaria tuvo más presencia en la producción, en la época de la Primera Guerra Mundial se estableció un plan para el mantenimiento de la misma, debido a que su cantidad de horas laboradas fue continuo, así se dio un poco más de importancia al mantenimiento, especialmente el preventivo.

No fue sino hasta la década de 1950 cuando los estudios de fiabilidad llevados con base a observaciones y análisis estadísticos fijaron la postura de que si a la maquinaria se le da mantenimiento, entonces la maquinaria se

preserva durante más tiempo. Es necesario notar que el mantenimiento que se ofrecía aun no estaba totalmente claro, ya que por lo regular se aplicaba el mantenimiento correctivo en la gran mayoría de casos.

En 1970 el japonés Seichi Nakajima desarrolla el sistema TPM (Mantenimiento Productivo Total), el cual destaca la importancia que tiene involucrar al personal de producción y al de mantenimiento en labores de mantenimiento productivo (PM) ya que esto arroja buenos resultados.

El objetivo del TPM es que desde los más altos mandos hasta la mano de obra de producción directa e indirecta puedan estar involucrados en el mantenimiento de la maquinaria, para lograr una mayor vida útil de la máquina y un mejor desempeño de la producción.

Para conseguir tal nivel de compromiso se debe tener bien claro lo que se desea lograr, de manera que se pueda capacitar a todo el personal y se pueda proveer de todo el material necesario para brindar el mantenimiento.

Al principio el costo puede ser alto, pero los beneficios finales pueden representar un ahorro en costos de mantenimiento. Este costo se produce por el intento de cambio de la cultura industrial en la que se encuentre la empresa, la cual se orienta a la corrección de fallas y no tanto a la prevención de las mismas.

Como beneficio directo a la maquinaria, el TPM tiene la ventaja de aumentar el tiempo de su vida útil gracias a la intervención directa del operador durante todo el proceso y el compromiso de los directivos a proveer de lo que sea necesario.

1. MARCO TEÓRICO

Ahora se presentan los conceptos más importantes relativos al mantenimiento de una planta industrial.

1.1. Mantenimiento, generalidades y definiciones

El mantenimiento es un tema amplio, debemos pues conocer sus aspectos generales.

1.1.1. Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas.

Este sistema requiere un alto grado de conocimiento y una organización muy eficiente. Implica la elaboración de un plan de inspecciones para los distintos equipos de la planta, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias que posteriormente puedan ser causa de daños más graves.

Esto se logra a través de una planificación previamente establecida y la característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen mantenimiento preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

1.1.1.1. Ventajas del mantenimiento preventivo

Entre las ventajas que se pueden presentar para el mantenimiento preventivo, se mencionan las siguientes:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones

1.1.1.2. Fases del mantenimiento preventivo

Se pueden indicar las siguientes fases para mantenimiento preventivo:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente

- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar

1.1.2. Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzada o imprevista. Este es el sistema más generalizado, por ser el que menos conocimiento y organización requiere. Puede ser no planificado y planificado.

1.1.2.1. No planificado

Corrección de las averías o fallas, cuando estas se presentan, y no planificadamente, al contrario del caso de mantenimiento preventivo. El ejemplo de este tipo de mantenimiento correctivo no planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina que sufrió un daño.

1.1.2.2. Planificado

El mantenimiento correctivo planificado consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para efectuarlo, ya que la falla es conocida y a la vez se tienen registrados los recursos que consumirá su intervención.

1.1.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo no es dependiente de la característica de la falla y es el más efectivo cuando el modo de falla es detectable por monitoreo

de las condiciones de la operación. Se lleva a cabo en forma programada y no implica poner fuera de operación los equipos. Entre las técnicas usadas en esta estrategia están las siguientes:

- Inspecciones
- Chequeo de condiciones
- Análisis de tendencias

1.1.4. Mantenimiento productivo total, TPM

Es un concepto en que se procura envolver al personal productivo en el mantenimiento de plantas y equipos. La meta del TPM es incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado. Se emplean muchas herramientas en común, como la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más altas en los trabajadores, la comparación competitiva, así como la documentación de los procesos para su mejoramiento y optimización. Se necesita de los siguientes aspectos para su implementación:

- El compromiso total por parte de los altos mandos de la empresa
- El personal debe tener la suficiente delegación de autoridad para implementar los cambios que se requieran.
- Se debe tener un panorama a largo plazo, ya que su implementación puede tomar desde uno hasta varios años.
- También deberá tener lugar un cambio en la mentalidad y actitud de toda la gente involucrada en lo que respecta a sus nuevas responsabilidades.

1.1.4.1. Orígenes del mantenimiento productivo total, TPM

La necesidad de reducir los costos de mantenimiento preventivo dieron origen a idear un método que no abusara de los paros por mantenimiento preventivo, ni de abusos en las aplicaciones de los componentes para el mantenimiento, de esa manera surge el término mantenimiento productivo total (TPM). Seiichi Nakajima un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta, (JIPM), recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

Los libros y artículos de Nakajima así como otros autores japoneses y americanos comenzaron a aparecer a fines de la década de 1980. En 1990 se llevó a cabo la primera conferencia en la materia en los EEUU. Hoy día, varias empresas de consultoría están ofreciendo servicios para asesorar y coordinar los esfuerzos de empresas que desean iniciar sus plantas en el promisorio sistema de TPM.

1.1.4.2. Implementación del mantenimiento productivo total, TPM

Para iniciar la aplicación de los conceptos de TPM en actividades de mantenimiento de una planta, es necesario que los trabajadores se enteren de que la gerencia del más alto nivel tiene un serio compromiso con el programa. El primer paso en este esfuerzo es designar o contratar un coordinador de TPM de tiempo completo. Será la labor de ese coordinador el promover los conceptos y bondades del TPM a la fuerza laboral con base un programa educacional. Se debe convencer al personal de que no se trata simplemente del

nuevo programa del mes, simplemente esa culturización puede tomar hasta más de un año.

Una vez que el coordinador está seguro de que toda la fuerza laboral ha comprado el programa de TPM y que entienden su filosofía e implicaciones, se forman los primeros equipos de acción.

Los equipos de acción tienen la responsabilidad de determinar las discrepancias u oportunidades de mejoramiento, la forma más adecuada de corregirlas o implementarlas e iniciar el proceso de corrección o de mejoramiento. El establecimiento de estas comparaciones que a veces pueden implicar visitar otras plantas, se denomina *benchmarking* o sea comparación sobre la mesa como cuando se tiene dos aparatos de las mismas características y se colocan sobre la mesa para comparar cada parte en su proceso de funcionamiento. Esta es una de las grandes ventajas del TPM.

A los equipos se les anima a iniciar atacando discrepancias y mejoras menores y a llevar un registro de sus avances. A medida que alcanzan logros, se les da reconocimiento de parte de la gerencia. A fin de que crezca la confianza y el prestigio del proceso, se le da la mayor publicidad que sea posible a sus alcances. Mientras que la gente se va familiarizando con TPM, los retos se van haciendo mayores ya que se emprenden proyectos de más importancia.

El fin último del mantenimiento productivo total es aminorar los costos de mantenimiento y magnificar la vida útil del equipo de producción, permitiendo así la menor cantidad de paros programados y la vinculación del personal aumentando su satisfacción personal.

1.1.5. Mantenimiento programado

Las acciones llevadas a cabo mediante esta estrategia se realizan a intervalos regulares de tiempo o cuando los equipos se sacan de operación. Este tipo de actividad requiere sacar de funcionamiento el equipo y solo puede ser bien planificada cuando la falla es dependiente del tiempo de operación. Usualmente las actividades que son siempre factibles de programar son:

- Lubricación
- Limpieza

Usualmente, los fabricantes de los equipos indican la frecuencia con que se requiere la lubricación y la limpieza, y con esa información se puede establecer la programación correspondiente.

1.1.6. Mantenimiento de oportunidad

Esta es una manera efectiva de dar mantenimiento. Se hace uso de los tiempos de parada de los equipos por otras estrategias empleadas o por paradas en la operación de la planta. Se hace uso de los tiempos muertos. El esfuerzo desplegado en aplicar esta estrategia puede ser muy efectivo desde el punto de vista económico.

1.2. Técnicas de monitoreo de condiciones en la maquinaria

La capacidad para hacer mediciones es el principal criterio que influye en la selección de la técnica para el monitoreo de condiciones en la maquinaria. Podemos mencionar que las técnicas de medición que requieren detener la

máquina para efectuar las mediciones se llaman métodos invasivos (*off load*) y aquellos métodos que no requieren la parada de la máquina se llaman no invasivos (*on load*). Se escogerán como técnicas aquellas que no requieran detener la operación de los equipos a medir como primera opción.

1.2.1. Los sentidos humanos

Tocar, ver, oler y oír son actividades que en general se olvidan cuando se escribe la lista de los métodos para monitorear las condiciones de operación. En mantenimiento, una apreciación subjetiva utilizando los sentidos permite el inicio de un análisis objetivo y exhaustivo de un problema. Cuando se expresa que “la máquina no se ve muy bien”, entonces se está diciendo que es necesario corregir algo que puede provocar alguna pérdida para la producción o funcionamiento. Esta ventaja del cuerpo humano se refleja en la gran variedad de parámetros que se pueden detectar, es decir, ruido, vibración, temperatura, luz y olores.

1.2.2. Técnicas ópticas

Existe una amplia gama de técnicas que amplían la potencia del ojo humano. Se puede obtener amplificación extra con el uso de lupas o de otros instrumentos ópticos. Esto se hace debido a que objeto que se quiere inspeccionar no se encuentra accesible, por lo que es necesario utilizar equipo especializado para alcanzarlo. En otras ocasiones, el objeto no está en una posición fija, ya sea por viajes o porque su funcionamiento se dejó a baja velocidad, esto con el fin de revisarlo ya que no se puede detener.

1.2.3. Técnicas térmicas

La técnica de monitoreo por calor se puede emplear para medir fluidos en un sistema o para superficies de componentes mecánicos como las cajas de rodamientos o muñoneras. Para la medición de condiciones térmicas, se utilizan dos tipos de sensores:

- **Sensores de contacto:** los sensores de contacto son aquellos que toman la temperatura del cuerpo con el cual están en contacto y luego la transmiten como si fuera la suya propia. La precisión y el tiempo de respuesta se ven afectados por los mecanismos de sujeción. Un buen contacto térmico es esencial para su funcionamiento. Pueden ser de expansión líquida, de expansión bimetálica, pinturas, crayones o termocuplas.
- **Sensores sin contacto:** estos sensores miden la energía radiante del cuerpo sin tener contacto con él, estos pueden ser pirómetros de radiación o cámaras infrarrojas de rastreo.

1.2.4. Técnicas de vibraciones

El éxito de esta técnica depende de que el procedimiento sea simple, de fácil aplicación y no invasivo. Entre las técnicas de vibraciones a utilizar se tienen:

1.2.4.1. Medición global

Se utiliza la medición global de vibraciones con aceleración, la cual permite medir altas frecuencias para detectar fallos en los rodamientos o en piñones; la medición global de vibraciones con velocidad son útiles para la medición del desbalance, el desalineamiento y apoyos flojos; y la medición global de vibraciones por desplazamiento se utiliza para mediciones de baja frecuencia en equipos que funcionan a baja velocidad. El mayor inconveniente que presentan estos tipos de mediciones es que, aunque presentan un diagnóstico bueno, no son tan específicas.

1.2.4.2. Detección de fallas en rodamientos

Estos métodos se concentran en la vibración de alta frecuencia que los elementos rodantes producen dentro del rodamiento. La falla en los rodamientos generalmente comienza con la formación de defectos en la superficie. Este golpeteo con los defectos produce residuos abrasivos que provocan desgaste interno en el rodamiento. Los impactos causados por los elementos rotatorios que colisionan con estos defectos producen vibración de muy alta frecuencia entre el rodamiento y su caja. Los métodos desarrollados para la detección de fallas en los rodamientos en forma temprana incluyen:

- Análisis del envolvente
- SOC pulse o señal de choque, involucra medir los daños causados por los daños en los rodamientos.
- Spike energy, mide el daño en términos “g”

- Kurtosys, involucra llevar las estadísticas para comparar la vibración elevada a la cuarta potencia y la vibración a la segunda potencia, ambas como su promedio.

1.2.4.3. Análisis de espectro

El análisis que estos aparatos llevan a cabo muestra la frecuencia y la magnitud para dar una señal completa. Los analizadores de vibraciones pueden usarse para diagnosticar muchos tipos de defectos en la maquinaria. Su aplicación permite diferenciar entre los diferentes modos de falla.

1.2.4.4. Monitoreo de corriente

La corriente de los motores eléctricos puede medirse utilizando muchos métodos muy conocidos. Entre estos métodos están los siguientes: graficación de la variación continua de la corriente con el tiempo o graficación de picos de corriente.

1.2.4.5. Monitoreo de lubricantes

Se puede monitorear la composición de los lubricantes para detectar la presencia de contaminantes o partículas abrasivas que puedan producir daños a través de una prueba tribológica.

1.2.4.6. Monitoreo de la corrosión

Para detectar la corrosión, se siguen numerosos métodos, entre ellos, inspección visual, ultrasonido, radiografía, inducción magnética y medición de corrientes parásitas.

1.2.5. Planificación del mantenimiento

La planificación de mantenimiento puede ser a largo plazo, corto plazo y de aplicación inmediata.

1.2.5.1. Planificación a largo plazo

Esta planeación debe llevarse a cabo en los niveles gerenciales y sus metas se deben fijar a cinco o diez años. Aunque el nivel inicial de esta planificación es muy elevado, los efectos de estos planes recaen sobre toda la organización. El propósito fundamental del planeamiento a largo plazo es mantener los objetivos, las políticas y los procedimientos de mantenimiento acordes con los objetivos fundamentales de la empresa.

1.2.5.2. Planificación a corto plazo

La planeación a corto plazo, contiene planes que se desarrollan con el horizonte aproximado de un año. Esta recae bajo la responsabilidad directa de los jefes de departamento. Para estos planes se toman en cuenta tres actividades básicas: la instalación de equipo nuevo, el trabajo cíclico y el trabajo de mantenimiento preventivo.

1.2.5.3. Planificación de aplicación inmediata

Esta actividad puede ser desarrollada por los técnicos en control del mantenimiento o por los supervisores. Se incluye entre sus actividades una planificación diaria con el propósito de reducir el tiempo utilizado en traslados y otras actividades que no constituyen el trabajo directo sobre los equipos o instalaciones.

2. ANTECEDENTES

Se analizarán los antecedentes del mantenimiento que se aplican en la empresa.

2.1. Diagnóstico del Plan de Mantenimiento de la empresa

El diagnóstico del plan de mantenimiento involucra análisis, trabajo de campo y capacidad para obtener conclusiones objetivas.

2.1.1. Análisis del comportamiento de la línea de producción

Para diseñar un Plan de Mantenimiento se debe realizar una serie de etapas para ejecutarlo de una forma eficiente y efectiva. Entre estas etapas se tienen:

2.1.1.1. Selección de las máquinas que formarán parte del Plan de Mantenimiento

La selección se puede realizar tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Importancia de las máquinas en el proceso productivo
- Costo de la falla
- Nivel de organización producción-mantenimiento
- Disponibilidad de información acerca de las máquinas
- Plan piloto

2.1.1.2. Valorar el grado de deterioro de las máquinas

Consiste en la realización de un estudio técnico para determinar el estado actual de las máquinas. Formarán parte del plan aquellas máquinas con un grado de deterioro normal.

2.1.1.3. Estudio técnico de las máquinas

Esta etapa involucra el estudio detallado de catálogos, planos, manuales de funcionamiento e historial de las máquinas, ya que para realizar un plan de mantenimiento preventivo se debe conocer la máquina.

2.1.1.4. Formación de archivo técnico

En este archivo se debe reunir toda la información técnica referente a las máquinas, por ejemplo, manuales de funcionamiento, catálogo de partes, planos de instalación, diagramas de control eléctrico, historial de reparaciones y hoja de datos técnicos.

2.1.1.5. Codificación de la maquinaria

Consiste en realizar una clasificación de la máquina y clases o grupos de acuerdo con las características y semejanzas entre ellas. Se debe diseñar una codificación que permita identificar claramente cada una de las máquinas.

- Objetivos de la codificación
 - Identificar con claridad el objeto codificado

- Ofrecer brevedad en la lectura y transcripción de nombre a partir del objeto codificado.
- Recoger mediante un pequeño número de símbolos, un gran número de datos capaces de prestar detalladamente las características del objeto.
- Establecimiento de códigos: algunos principios fundamentales en el establecimiento de códigos son:
 - No debe haber errores de escritura
 - Debe ser claro y simple
 - El código debe usarse tal y como se diseñó
 - Todo el personal debe conocerlo
- Método para codificación: se puede codificar mediante cuatro métodos:
 - Método alfabético
 - Método numérico
 - Método alfanumérico
 - Método por colores

2.1.1.6. Determinación de parámetros de funcionamiento global

Se trata de identificar aquellos parámetros que pueden reconocer la eficiencia global de la máquina. Estos parámetros están muy relacionados con el aporte de la máquina en el proceso productivo. La determinación de estos

parámetros será la base para la evaluación del plan de mantenimiento preventivo.

2.1.1.7. Definición de los objetivos del Plan de Mantenimiento

El propósito es escribir y cuantificar las expectativas del Plan de Mantenimiento. Partiendo de la situación actual, se deben estimar las mejoras que se esperan con la aplicación del plan. La determinación de estos objetivos ayudará a la evaluación del plan.

2.1.1.8. Segmentar la maquinaria

Se pretende dividir la maquinaria en partes que permitan el mejor conocimiento de la misma.

2.1.1.9. Subdividir las partes de la maquinaria

Con este procedimiento se pretende desglosar los segmentos de la máquina y permitirá formar una lista de segmentos por cada parte, y además, una mejor idea de la globalidad de la máquina.

2.1.1.10. Elaboración del Manual de Mantenimiento tipo TPM

El manual contiene toda la información acerca de las inspecciones y está formado fundamentalmente por:

- Nombre y código de la máquina

- Nombre y código de la parte
- Nombre y código del segmento de la máquina
- Código de la inspección
- Descripción de la inspección
- Frecuencia de la inspección
- Duración de la inspección
- Operarios por inspección (cantidad y especialidad)
- Descripción de la inspección: se deberán diseñar las inspecciones que se consideren necesarias para cada una de los segmentos, de esta forma, poco a poco, se creará una lista de inspecciones de toda la máquina.

- Frecuencia de la inspección: se refiere al número de veces que la inspección se deberá realizar dentro de un tiempo de referencia. El periodo se refiere a cada cuanto se tiene que realizar la inspección.

- Criterios para determinar las frecuencias
 - Recomendaciones del fabricante de la máquina
 - Ambiente que rodea la máquina
 - Horas de funcionamiento
 - Intensidad de funcionamiento
 - Historial
 - Experiencia del personal técnico
 - Costo de falla
 - Ocurrencia de daños humanos
 - Daños al medio ambiente
 - Ocurrencia de fallas en cadena
 - Juicio del diseñador del plan de mantenimiento

Este último aspecto define la aplicación o no de algún criterio mencionado arriba.

- Duración para la inspección: determinar para cada inspección su duración estimada. Normalmente la duración se expresa en minutos. La duración de cada inspección es fundamental para realizar la programación anual de las inspecciones.
- Técnicos para cada inspección: se refiere a la cantidad y especialidad de los operarios que se requieren para realizar las inspecciones. Se debe determinar para cada inspección, la cantidad y especialidad de los operarios requeridos para ejecutarla. Normalmente se indica, la cantidad y el tipo de especialidad.

2.1.1.11. Determinación de los repuestos requeridos

Esta determinación se refiere al cálculo de la cantidad de repuestos por año que se necesitan por inspección, determinando para cada inspección, el tipo y la cantidad de repuestos requeridos para ejecutarla, analizando la descripción y la frecuencia de la inspección y así determinar la cantidad de repuestos.

2.1.1.12. Calcular la disponibilidad para el mantenimiento

La disponibilidad se puede expresar en horas o minutos. Representa la cantidad total de horas o minutos por semana, que se tienen para realizar las inspecciones. La disponibilidad se debe calcular por sección productiva y especialidad.

Tomar en cuenta los siguientes factores:

- Tiempo de no producción (TNP): se refiere a las horas o minutos por semana, que las máquinas están paradas, según sus horarios de trabajo. Se debe determinar por sección productiva. Para determinar este factor se debe estudiar el proceso productivo.
- Técnicos disponibles (TED): determinar si durante el TNP hay personal de mantenimiento. Si existe personal, estimando la cantidad de operarios por especialidad, quienes realizarán las inspecciones.
- Tiempo de no producción equivalente (TNP_e): es un tiempo de no producción que depende del número de operarios asignados para trabajar en mantenimiento preventivo.

$$TNP_e = TNP \times TED$$

- Cálculo de la disponibilidad para mantenimiento preventivo (DMP): Cuando dentro del tiempo de no producción se realicen trabajos que correspondan a otros tipos de mantenimiento, por ejemplo, trabajos derivados de mantenimiento correctivo temporal o trabajos de mantenimiento programado, el cálculo de la disponibilidad debe considerar estos tiempos.

$$DMP = TNP_e - TOT, \text{ TOT} = \text{tiempo para otros trabajos}$$

Una vez calculada la DMP se elabora el Gantt anual y se determina que todas las inspecciones fueron programadas. Si existen inspecciones no programadas, estas se deben valorar y decidir si es necesario ejecutarlas o no.

El cálculo de la DMP será válido, siempre y cuando no se tengan inspecciones, cuya duración sea mayor al TNP.

2.1.1.13. Elaboración del Gantt anual

Consiste en la programación de las inspecciones. El Gantt anual es un cuadro que permite la distribución en el tiempo de las inspecciones. Normalmente el Gantt anual se divide en las 52 semanas del año. Las inspecciones se programarán en las diferentes semanas de año, según su período, frecuencia y la disponibilidad que exista para ejecutar el mantenimiento preventivo. El Gantt anual puede realizarse con una programación inspección por inspección o se puede realizar también por grupo de inspecciones.

2.1.1.14. Organizar la ejecución de las inspecciones de mantenimiento

Esta etapa consiste en la definición del procedimiento administrativo y el diseño de la documentación necesaria para ejecutar las inspecciones. Procedimiento administrativo que involucra el diseño de un flujograma columnar, que tome en cuenta todos los conceptos de forma y contenido relacionados con el diseño de los procedimientos. La documentación incluye el diseño de los documentos que se realizarán para solicitar la ejecución de las inspecciones, registrar la retroalimentación técnica, el historial de las reparaciones y los datos técnicos.

2.1.1.15. Creando el clima de participación

Buscar la mejor manera de involucrar a los participantes en el plan de mantenimiento y crear conciencia de la importancia del mismo. La estrategia

utilizada, debe lograr que los jefes de taller y operarios se sientan parte del Plan de Mantenimiento, realizando reuniones para informar acerca de los beneficios, funcionamiento y objetivos del Plan de Mantenimiento.

2.1.1.16. Calcular el costo total del Plan de Mantenimiento

Normalmente este cálculo se realiza para un año de ejecución del plan. Por lo tanto, los costos de mano de obra y repuestos serán costo/año. El cálculo se debe hacer inspección por inspección. Determinando costo mano de obra y repuestos para cada inspección.

- Cálculo de la mano de obra: fórmula para calcular el costo de la mano de obra de una inspección.

$$CMO = D \times CHH \times F$$

CMO = Costo de mano de obra

D = Duración de la inspección

F = Frecuencia de la inspección

CHH = Costo de la hora-hombre

- Cálculo de los repuestos: fórmula para calcular el costo de repuestos de una inspección.

$$CRE = CRA \times CUT$$

CRE = Costo de los repuestos

CRA = Cantidad de repuestos por año

CUT = Costo unitario

- Cálculo del costo total del Programa de Mantenimiento: el costo total del programa de mantenimiento se obtiene sumando el costo de mano de obra de todas las inspecciones más el costo de repuestos de todas las inspecciones.

Fórmula para calcular el costo total del programa de mantenimiento.

$$CTMP = CTMO + CTRE$$

CTMP = Costo total del programa de mantenimiento

CTMO = Costo de mano de obra de todas las inspecciones

CTRE = Costos de repuestos de todas las inspecciones

2.1.1.17. Inicio del Plan de Mantenimiento

La gerencia debe anunciar oficialmente el inicio del plan. Registrar oficialmente la fecha de inicio del plan de mantenimiento ya que esta fecha será referencia en la cuantificación de los resultados del plan de mantenimiento.

2.1.1.18. Evaluar el Plan de Mantenimiento preventivo

Un criterio para evaluar los resultados del plan de mantenimiento es registrar los parámetros de funcionamiento global, porque estos se pueden graficar en el tiempo y observar su comportamiento.

2.1.1.19. Actualizar el Plan de Mantenimiento

Esta etapa pretende resaltar la importancia de dar un seguimiento detallado al Plan de Mantenimiento. La actualización indica la necesidad de que cada vez que se cumpla un ciclo de ejecución del plan, este se debe revisar, ajustar y mejorar antes de iniciar un nuevo ciclo.

2.1.2. Inspección de la maquinaria

Es necesario que antes de poner en marcha la maquinaria controlar los siguientes aspectos:

- El estado general de la maquinaria, es decir, si ya ha sido detenida, si están interrumpidas las fuentes de electricidad o las de fluidos.
- La seguridad de servicio, es decir, inspeccionar si las condiciones para prestar el servicio son las necesarias para el mismo.
- La disposición de servicio, es decir, controlar que el personal que prestará el servicio es el adecuado, por capacitación, disponibilidad, herramienta, etc.
- La documentación que presenta el record de servicios a la maquinaria, así como la que se debe llenar con las especificaciones requeridas.

2.1.3. Lubricación de la maquinaria

En cualquier tipo de mantenimiento, la lubricación es de vital importancia, por lo que, el conocer los tipos de lubricantes adecuados para la maquinaria

viene a ser un aspecto que debe ser tomado con seriedad porque permite la correcta elección del lubricante para la máquina que será intervenida.

2.1.3.1. Lubricante

Revisar cual tipo de lubricante se ha de utilizar.

2.1.3.2. Equipo para lubricar

Señala a detalle que equipo es el necesario para lubricar, en algunos casos se indica que la lubricación ha de realizarse a mano.

2.1.3.3. Cantidad

Indicar la cantidad de lubricante en la medida necesaria para cada una de las secciones de la maquinaria.

2.1.3.4. Frecuencia

Este término se refiere al tiempo que pasará entre una lubricación y otra, por ejemplo: Cada ocho días, diario, etc. Es importante que se anote la fecha en que realizan la lubricación de cada punto para que cuando se hagan cambios de turno el siguiente operador sepa si le toca o no la lubricación, y de esta forma se lleve un mejor control.

2.1.3.5. Estado de la máquina

Indicar como debe estar la máquina al momento de realizar la lubricación, si debe estar encendida o apagada, o se hace la observación que indica que la

máquina debe usar el sistema paso a paso, lo cual debe hacerse con mucha precaución.

2.1.4. Limpieza de la maquinaria

Debe hacerse de manera periódica después de la producción, como después del mantenimiento, y tiene como fin evitar la contaminación del producto así como la buena presentación de la maquinaria y la planta a nivel general.

2.1.5. Conclusiones respecto al Plan de Mantenimiento de la empresa

Se puede concluir lo siguiente:

- El mantenimiento aplicado por la institución pretende la reducción de paros continuos durante la producción.
- Solamente el personal designado puede realizar el mantenimiento
- Ante la ausencia del personal designado la maquinaria no recibe mantenimiento o se detiene la producción por más tiempo del necesario.

3. PROPUESTA HACIA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El mantenimiento productivo total, cuyas siglas del inglés son TPM (Total Productive Maintenance), nace en los años 70, 20 años después del inicio del mantenimiento preventivo. Las metas del mantenimiento productivo total se resumen en las siguientes:

- Maximizar la eficacia de los equipos
- Involucrar en el mismo a todos las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.
- Obtener un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo.
- Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos
- Promover el mantenimiento productivo total mediante la motivación de grupos activos en la empresa.

Los medidores de la gestión de mantenimiento son:

- Disponibilidad: la fracción de tiempo en que los equipos están en condiciones de servicio.
- Eficacia: la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción.

Entre los objetivos del mantenimiento productivo total están que los equipos reducirán al mínimo las averías, los defectos en la producción, los accidentes laborales, mejoramiento de la producción así como la minimización de costos. Se debe mencionar que el proceso de implementación es lento y costoso, deben cambiarse los hábitos de producción así como la implicación de que todos los niveles de la empresa deben trabajar juntos en busca de los objetivos propuestos. Para que tenga éxito este plan ha de comprometerse la empresa en la implantación del plan de mantenimiento total, así como la creación de un sistema de información y el software necesario para su análisis y aprovechamiento y por último se debe optimizar la gestión de recursos.

3.1. Bases para un mejor funcionamiento de la maquinaria

Al conocer la maquinaria se logran identificar aquellos puntos donde es necesario prestar atención, esto ayudará a que el proceso de implementación sea eficiente.

3.1.1. Conocimiento de la maquinaria

Es necesario conocer la maquinaria en su funcionamiento para tener una actitud adecuada al momento de presentarse cualquier tipo de imprevisto.

3.1.1.1. Llenadora

Esta es la máquina encargada del llenado de los envases en cualquier tipo de presentación.

3.1.1.1.1. Breve descripción

La máquina está dividida en tres grupos principales de construcción:

- Carrusel de la llenadora
- Mesa de la máquina (con taponadora)
- Sistema de tuberías

Todos los grupos principales de construcción descansan sobre patas roscadas, permitiendo su rápido montaje y la instalación ulterior de diferentes tipos de taponadora.

3.1.1.1.2. Funcionamiento

Los medios, la bebida, el detergente, el gas de presurización y el de retorno son llevados al depósito de la bebida mediante los tubos distribuidores a través de las tuberías de alimentación y la entrada.

A fin de adaptar la llenadora al tamaño de las botellas, el cabezal del carrusel de la llenadora puede ajustarse en altura. Las botellas vacías son colocadas en los órganos de apriete del carrusel de la llenadora a través del transportador de alimentación por el tornillo sinfín de entrada y la estrella de entrada de la mesa de la máquina. Los órganos de apriete levantan las botellas y las presionan contra las válvulas de llenado.

Durante la subida de los órganos de apriete se detecta si hay botella. Si la hay, se inicia la operación de llenado y se llena la botella. Si una botella falta, la válvula de llenado correspondiente permanece cerrada. Después de la operación de llenado, los órganos de apriete descienden y las botellas llenas

son llevadas por la estrella de transferencia de la mesa de la máquina a la taponadora y esta las cierra. Las botellas cerradas son transferidas por la estrella de salida al transportador de salida.

3.1.1.1.3. Accionamiento

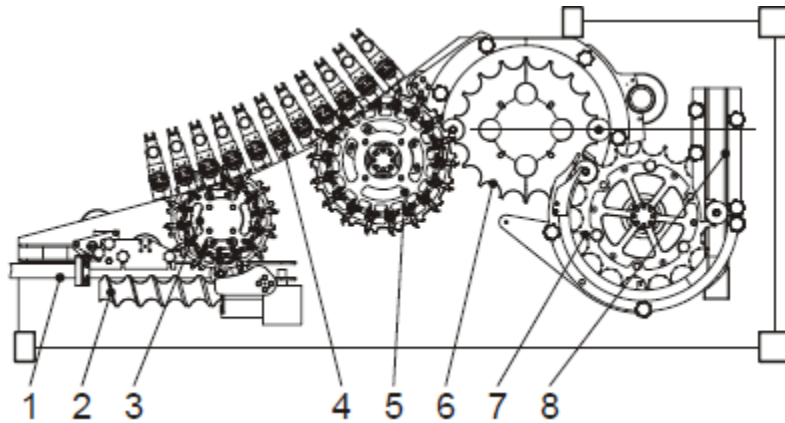
El accionamiento de la llenadora y de la taponadora se efectúa a través de engranajes y árboles articulados mediante un motor de corriente trifásica regulado por el número de revoluciones.

El accionamiento del mecanismo de ajuste de altura se efectúa mediante dos motores de corriente trifásica propios y los engranajes correspondientes.

3.1.1.1.4. Flujo de envases

El transportador (1) guía los envases hacia la máquina. El tornillo sinfín de entrada (4) aumenta la distancia entre los envases y los lleva individualmente hacia la estrella guiadora de envases (3). Las sujeciones de botellas (4) transfieren a las botellas desde la estrella guiadora de envases (1) y las pasan a la estrella guiadora de envases (5) después de rellenarlos. La estrella guiadora de envases (5) transporta las botellas en la estrella correspondiente (6) de la taponadora. Después de taponarlas, la estrella guiadora de envases (6) transfiere las botellas a la estrella guiadora de envases (7). La estrella guiadora de envases (7) pasa las botellas al transportador (8) y el transportador (8) lleva los envases a la máquina subsiguiente. (ver figura 1)

Figura 1. **Representación del flujo de envases**



Fuente: Manual de usuario.

3.1.1.2. Etiquetadora

Esta máquina se encarga de etiquetar los envases que han sido llenados en la llenadora.

3.1.1.2.1. Breve descripción

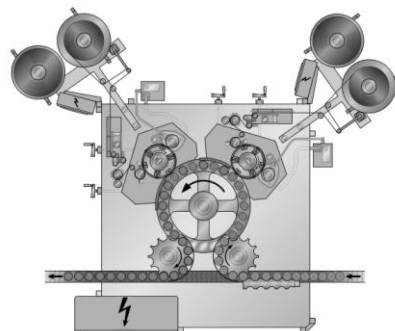
En caso de la máquina INNOKET - Roll-Feed (RF 50) se trata de una etiquetadora de alta potencia según los últimos avances tecnológicos. Mediante la aplicación de cola caliente sobre los rodillos de etiquetas se logran, con un emplazamiento preciso de las etiquetas, unas cifras de rendimiento de envases muy elevadas. Se etiqueta de forma continua desde el rodillo. Con la máquina pueden procesarse una multitud de tamaños diferentes de envases, reequipándola sencillamente para las piezas específicas y las magnitudes ajustables. Las características esenciales de la máquina son la estructura sinóptica, el manejo sencillo y múltiples sistemas de seguridad instalados.

Los elementos de control se encuentran en un cuadro de distribución sinóptico para poder garantizar un manejo sencillo y comprensible. Las piezas de guía pueden cambiarse rápida y cómodamente. La fijación de las piezas de guía se realiza manualmente.

3.1.1.2.2. Estructura de la etiquetadora

La mesa de la máquina se compone de una placa en chapa maciza, estando el revestimiento de la mesa fabricado de plancha de acero inoxidable. La subestructura atornillada de la mesa, con los apoyos intermedios de la placa de la mesa, está galvanizada. La máquina tiene una estructura modular y consta de puertas abatibles o levadizas. El armario de distribución de la máquina está integrado en el armazón de la misma. Todos los componentes eléctricos se encuentran en la máquina. El accionamiento principal regulado por frecuencia de la máquina se encuentra debajo de la mesa. Las ruedas dentadas emparejadas están hechas de material sintético y no tienen que lubricarse con grasa. Es posible limpiar la etiquetadora mediante rociado de chorro de agua.

Figura 2. **Representación de la armazón de la etiquetadora**

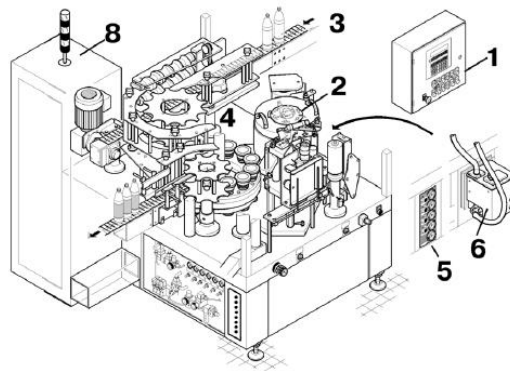


Fuente: Manual de usuario.

3.1.1.2.3. Componentes de la etiquetadora

A continuación se presentan los componentes de la etiquetadora para el conocimiento de la máquina.

Figura 3. Representación de los componentes de la etiquetadora



Fuente: Manual de usuario.

Ver figura 3 para la siguiente descripción:

- Cuadro de mandos principal (1)
- Estación etiquetadora 2x (2)
- Transporte de envases (3)
- Portaenvases (4)
- Control de vacío (5)
- Aparato de pegamento caliente 2x (6)
- (No es visible en la figura) (7)

- Armario de distribución con lámparas indicadoras de fallos (8)

3.1.1.3. Paletizadora

La paletizadora es la máquina que se encarga del embalaje de los envases que han sido llenados y etiquetados con anterioridad en el proceso de producción.

3.1.1.3.1. Breve descripción

Esta máquina es capaz de paletizar, condensar, empaquetar y empilar de acuerdo con el propósito intencional y del equipo.

3.1.1.3.2. Funcionamiento

Esta máquina tiene como función paletizar embalajes en camadas automáticamente.

Los embalajes son desplazados por la mesa de entrada (2) y mesa de acumulación (3) con rolos arrastrados por cadenas y accionados por motoreductores de rosca sin-fin.

Las camadas e hileras son desplazadas por los empujadores (8), (9) montados en el eje guía con manguitos lineares, arrastrados por cintas sincronizadoras y accionadas por motoreductores de rosca sin fin con variador de frecuencia, montado con acoplamiento de seguridad con desarme automático de la máquina, el desplazamiento vertical de la chapa del empujador es hecho con accionamiento neumático.

La disposición de la camada es ejecutada en la plataforma móvil (6) donde el movimiento horizontal es hecho por las placas montadas en el eje guía con manguitos lineares, arrastrados por cintas sincronizadoras y accionado por motoreductores.

El elevador (7) ejecuta el movimiento vertical por rolletes montados en el trillo de guía, arrastrados por cadenas de rolos duplas con contrapeso y accionado por motoreductores (11) de dupla polaridad que garantiza un posicionamiento exacto para la disposición. La máquina aun es compuesta por la columna (12), que sostiene el elevador y la plataforma móvil, bloqueadores de cajas neumáticos (4) (5) montados de bajo la mesa de acumulación, centradora de camadas (10) para ajuste de los paquetes con accionamiento neumático, trecho de transporte de palete (13) con rolos, montados sobre el elevador.

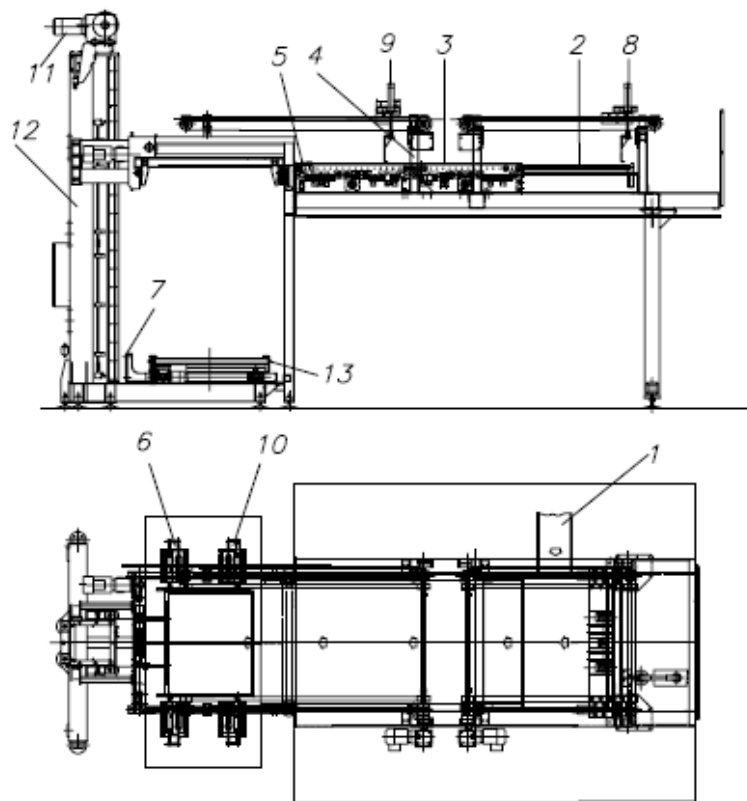
Los embalajes son elevados a través del transporte de cajas (1), ahí las cajas son dispuestas en la mesa (2) conforme el deseado.

El empujador (8) desplaza la hilera hacia la mesa (3) 2° fase, esta por su vez lleva hacia el bloqueo (4), la operación es repetida hasta la formación de la camada.

La mesa (3) transfiere la camada de la 1° para la 2° fase hacia el bloqueo (5). Después de posicionado el empujador (9) desplaza la camada hacia la plataforma móvil (6) donde es ajustado por lo centralizador de camadas (10) entonces la plataforma es abierta, depositando la camada en el palete que se encuentra posicionado de bajo sobre el elevador (7), esta por su vez baja lo suficiente para que la plataforma sea cerrada, y toda la operación es repetida hasta que sea alcanzado el número deseado de camadas.

Después el elevador baja hacia el nivel del transporte de paletes, entonces el paleta lleno deja esta estación para que un paleta vacío entre y suba rápidamente para el nivel de disposición, y todo ciclo de formación del paleta se repita nuevamente. (Ver figura 4)

Figura 4. **Representación de la paletizadora**



Fuente: Manual de usuario.

3.2. Consideraciones previas al arranque de la maquinaria

Antes de poner en funcionamiento la maquinaria deben tomarse todas las prevenciones necesarias para evitar cualquier tipo de contratiempo durante el proceso de producción.

- Llenadora: es necesario que antes de poner en marcha la máquina llenadora se debe controlar:
 - El estado general de la llenadora
 - La seguridad de servicio
 - La disposición de servicio

- Pasos a seguir durante la comprobación:
 - Durante el funcionamiento de la máquina observar todas las medidas de seguridad requeridas
 - Se debe ser responsable al cumplir con las medidas de seguridad, así como recordar que la seguridad personal y la de los demás es importante
 - Verificar que en las demás máquinas de la línea de producción se hallan seguido los pasos para la comprobación y la puesta en marcha
 - El servicio de llenado sólo puede comenzar si las máquinas que están antes o después de la llenadora en la línea de producción están listas para el servicio

- Cuando la máquina se encuentre en la fase de servicio “Posición de llenado hasta el borde” o “Desinfección en reposo”, la máquina se encontrará bajo presión de:
 - Depósito de presión
 - Elementos de construcción CIP (clean in place: limpieza en el lugar de trabajo).

 - Sistema de canalización
 - Conducto de la bebida
 - Componentes de construcción neumática
 - Componentes de construcción hidráulica
 - Al manipular los componentes de construcción, es necesario interrumpir la aplicación de presión de la máquina y de las partes de la máquina.

 - Asegurar que todas las puertas del revestimiento protector estén cerradas.

 - Conectar el interruptor principal, al hacerlo, debe encenderse la lámpara piloto Tensión de mando.

 - Presionar el botón Prueba de lámparas, a excepción de la lámpara piloto listo para el mantenimiento, deben encenderse todas las lámparas piloto e indicaciones luminosas. Cambiar las piezas defectuosas antes de poner en marcha la máquina.

- Comprobar las indicaciones de perturbaciones, eliminar las perturbaciones indicadas, verificar periódicamente las indicaciones.
- Comprobar si el selector de la regulación automática del rendimiento (bloqueador de envases) se encuentra en posición O.
- Comprobar las acometidas:
 - CO₂/N₂/aire estéril
 - Aire de servicio
 - Agua
 - Vapor
- Estar seguro de que los medios, las cantidades y las presiones de las acometidas sean los correctos.
- Abrir llaves de cierre del CO₂/N₂/aire estéril, aire de servicio y del agua.
- Estar seguro de que en los conjuntos de servicio de la máquina estén ajustadas a las presiones de servicio correctas.
- Estar seguro de que en el cuadro de instrumentos de la máquina están ajustados las presiones de servicio correctas:
 - Presión CO₂/N₂
 - Presión del aire estéril

- Presión del cilindro elevador
- Poner los conjuntos auxiliares en condiciones de servicio:
 - Transportadores
 - Lubricación del transportador
 - Conjunto de desinfección
 - Conjuntos auxiliares para la taponadora
 - Bomba de inyección
 - Inyección por alta presión
- Asegurar de que se hayan realizado todos los trabajos de mantenimiento, y que todos los puntos de lubricación estén alimentados de lubricante.
- Verificar que la máquina esté configurada para el envase que se ha de llenar, sino es así, entonces se deben realizar los cambios necesarios. Se debe recordar que:
 - En la fase de servicio “Posición de llenado hasta el borde” o “Desinfección en reposo”, la máquina puede estar bajo presión.
 - Descargar la presión y vaciar la máquina, antes de realizar los cambios en las dimensiones para llenar el envase.
- Asegurar antes de poner en marcha la máquina, de que:

- Todas las piezas de cambio de formato estén montadas y fijadas debidamente.
 - Los trabajos de ajuste se hayan ejecutado por completo.
- Verificar que la calidad de los envases es óptima
- Verificar que no hay cuerpos extraños en la máquina, como herramientas o trapos de limpieza.
- Durante la fase de servicio, realizar los siguientes trabajos de comprobación:
 - Comprobar la alimentación de agua fresca en la bomba de vacío; la temperatura del líquido refrigerante no debe superar los 25°C, durante el servicio.
 - Comprobar el funcionamiento correcto de la bocina de alarma.
- Poner en I el interruptor listo para mantenimiento
- Poner en “auto” todos los selectores de la caja de mando
- Etiquetadora
 - La máquina debe estar detenida y con el stop de parada de emergencia activado.

- La máquina solo debe ser operada por aquellas personas que conocen su funcionamiento normal.
- Hay que seguir un orden determinado, para evitar daños a la máquina.
- El orden depende de la ejecución de la máquina y de la situación de que se presente.
- En caso de un orden equivocado surgen daños sobre todo en la zona de transición de la entrada a la mesa portabotellas.
- Debe elegirse el orden de manera que en esta zona de riesgo las piezas de la máquina siempre tengan paso libre.
- Ajustar la altura del cabezal de la máquina. Algunas veces las piezas de cambio de formato solo deben instalarse después de haber subido el cabezal de la máquina.
- Paletizadora:
 - Sacar fragmentos u otros objetos extraños que se encuentren en la máquina (vaciar).
 - Preseleccionar en el tablero de control:
 - Programa
 - Capas
 - Piezas intercaladas (si es necesario)

- Borrar PLC
- Acumulación mínima de embalses en el paletizador ningún atasco de embalajes en el despaletizador.
- Ningún atasco de paletes en la salida
- Reserva de paletes en la entrada

La máquina se pone ahora automáticamente en la posición inicial necesaria para el ciclo automático (por ej.: conjunto elevador arriba, elementos de agarre abiertos).

El palete se carga (paletizador) o se descarga (despaletizador) con embalajes hasta el número de capas preseleccionado (pupitre de mando), y a continuación sale de la máquina.

3.2.1. Cambios en la presentación del producto

Durante el proceso de producción no siempre se fabricará un mismo producto, por lo tanto se deben seguir los pasos correspondientes al momento de realizar un cambio de presentación.

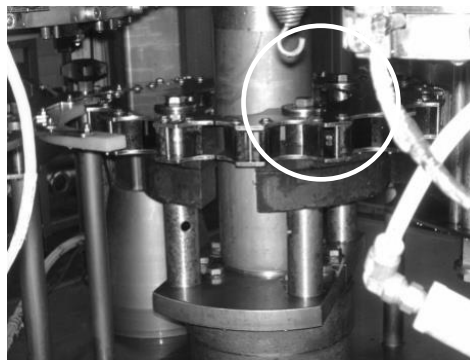
3.2.1.1. Piezas que se cambiarán cuando se realice el cambio de presentación

Deben seguirse los siguientes pasos para el cambio de presentación en las máquinas que toman parte en el proceso de producción.

3.2.1.1.1. Llenadora

- Verificar que la máquina se encuentre apagada
- Seleccionar el tipo de presentación al que se cambiará:
 - Refresco
 - Agua pura
 - Revive
 - Doble litro
- Cambiar el formato: tulipas y cañas, todas se cambian para cada presentación, los formatos de Refresco de 20oz. , y Agua Pura son iguales.
- Quitar guías:

Figura 5. Guías



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

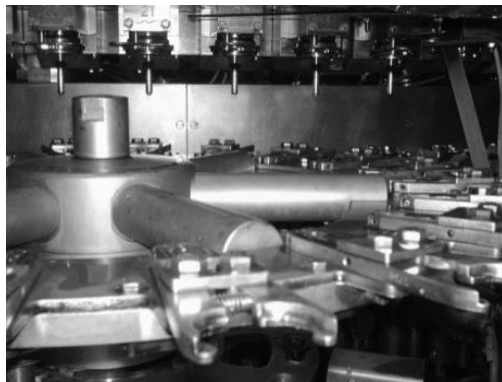
- Cambiar estrellas:

Figura 6. **Estrellas**



Fuente: instalaciones de EBGSSA

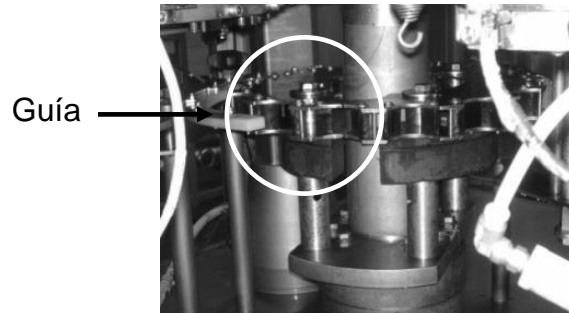
Figura 7. **Sujetadores de estrellas**



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Cambiar guías:

Figura 8. **Guías**



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Cambiar pinzas:

Figura 9. **Pinzas de las estrellas**



Las pinzas de
Revive no son las
mismas que las de

Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Debe lograrse la sincronización entre la taponadora y la llenadora de manera que las estrellas de entrada y de salida encajen de manera correcta a fin de evitar que se generen daños en el producto y retraso en la producción.
- Debe ajustarse la altura del checkmat, transportador aéreo y del rinser.

3.2.1.1.2. Etiquetadora

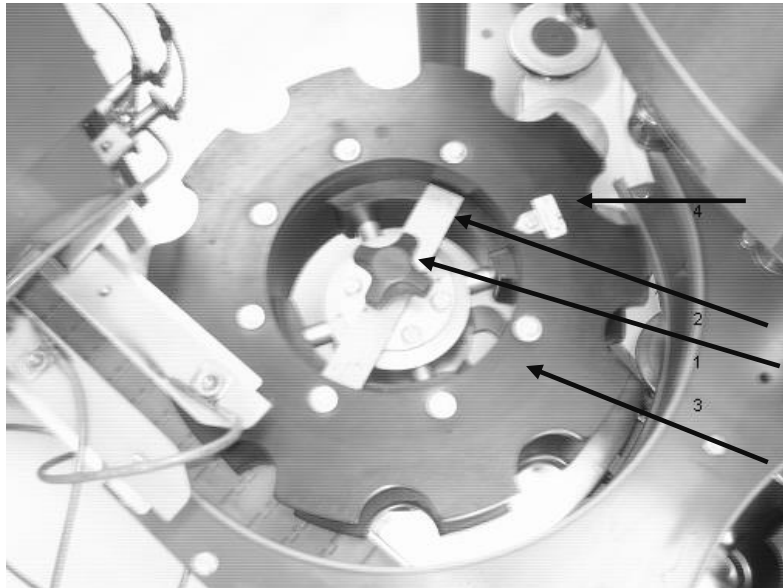
Durante todos los trabajos de cambio de presentación, observe siempre que antes de iniciar el cambio; la máquina debe estar detenida y con el botón de parada de emergencia activado.

Durante el proceso de cambio, la máquina solo debe ser operada por aquellas personas que conocen su funcionamiento normal. No deje que trabajadores que no han tenido conocimiento previo, accionen la máquina mientras se realice el cambio.

Hay que seguir un orden determinado, para evitar daños a la máquina. El orden depende de la ejecución de la máquina y de la situación de cambio. En caso de un orden equivocado surgen daños sobre todo en la zona de transición de la entrada a la mesa portabotellas. Por consiguiente debe elegirse el orden de manera que en esta zona de riesgo las piezas de la máquina siempre tengan paso libre.

- Estrellas

Figura 10. **Estrellas de la etiquetadora**

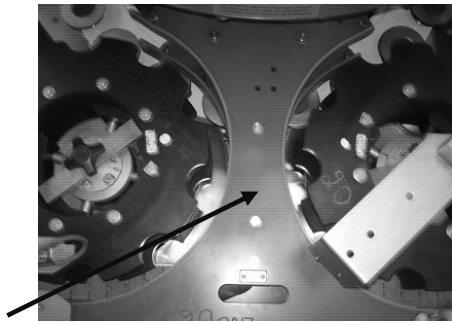


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Desmontar la estrella
 - Soltar el elemento de sujeción (1)
 - Girar la pieza de apriete (2) sobre el escote (3)
 - Si es necesario, desmontar las piezas de guía para poder retirar las estrellas.
 - Levantar las estrellas hacia arriba
- Montar la estrella nueva

- Alinear la marca en la estrella (4) con la marca en el cubo, instalar a continuación la estrella.
 - Girar la pieza de apriete
 - Apretar el elemento de sujeción
- Curva de guía

Figura 11. **Curva de guía**



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Desmontaje y montaje de la curva de guía
 - Soltar los elementos de sujeción
 - Levantar hacia arriba la curva de guía
 - Desmontar las curvas de guía para poder retirar hacia arriba la curva de guía, de ser necesario.
- Montar las piezas en orden inverso

- Durante el montaje de las curvas de guía, prestar atención de que la posición sea correcta.
- Asegurar de que no sobresalga ningún elemento de sujeción al paso de los envases
- Piezas de guía

Figura 12. **Piezas guía de la estrella**

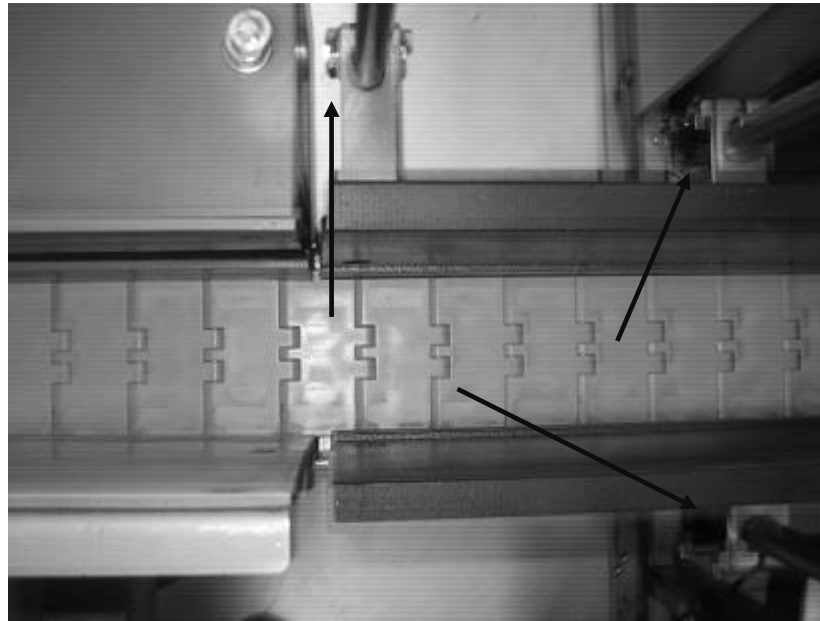


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Instalar las piezas de guía apropiadas al envase. Se debe estar seguro de que todas estas piezas estén debidamente montadas y sujetadas antes de poner en marcha la máquina.

- Barandilla del transportador

Figura 13. **Barandilla del transportador**



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Ajuste
 - Soltar los elementos de sujeción
 - Añadir la barandilla sin escalón a la guía central de la máquina
 - Ajustar la barandilla al diámetro del envase
 - Observar un juego total de aprox. 3 mm
 - Comprobar el ajuste con un envase de prueba (El envase tiene que pasar sin obstrucciones).
 - Volver a apretar los elementos de sujeción

- Estrella de bloqueo

Figura 14. **Perno para bloquear estrella**

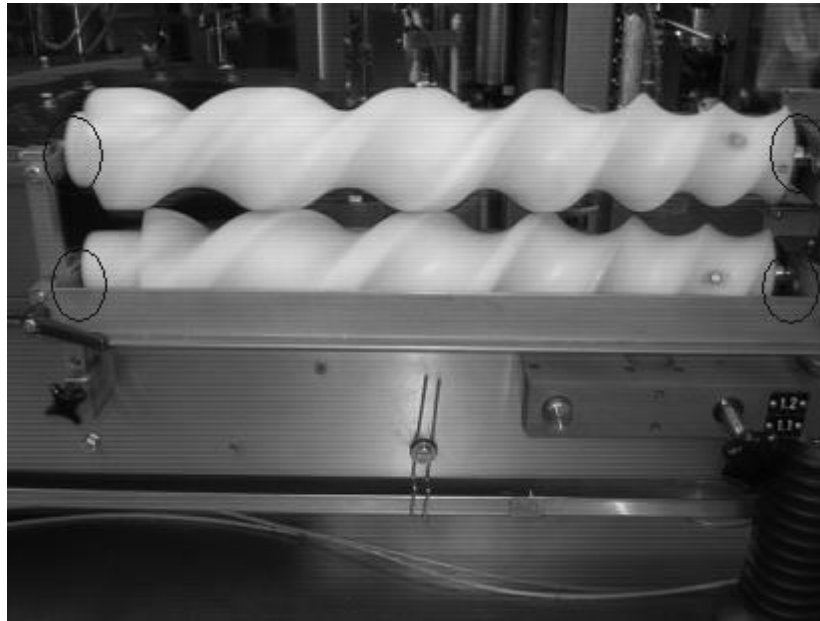


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Montaje y desmontaje
 - Retirar el perno del alojamiento hacia arriba
 - Tirar hacia abajo la palanca para desatracar así la estrella de bloqueo.
 - Sacar la estrella de bloqueo
 - El montaje se realiza en orden inverso

- Tornillo sin fin

Figura 15. **Tornillo sin fin**

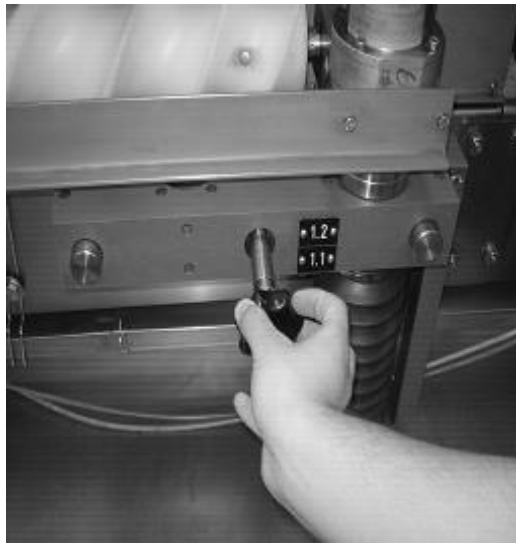


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Desmontaje y montaje
 - Soltar el cierre rápido
 - Girar el tornillo sin fin a un lado de la máquina, y retirarlo del árbol de accionamiento.
 - Montar tornillo adecuado al envase
 - El montaje se realiza en orden inverso

- Guia de envases

Figura 16. **Perno de sujeción**

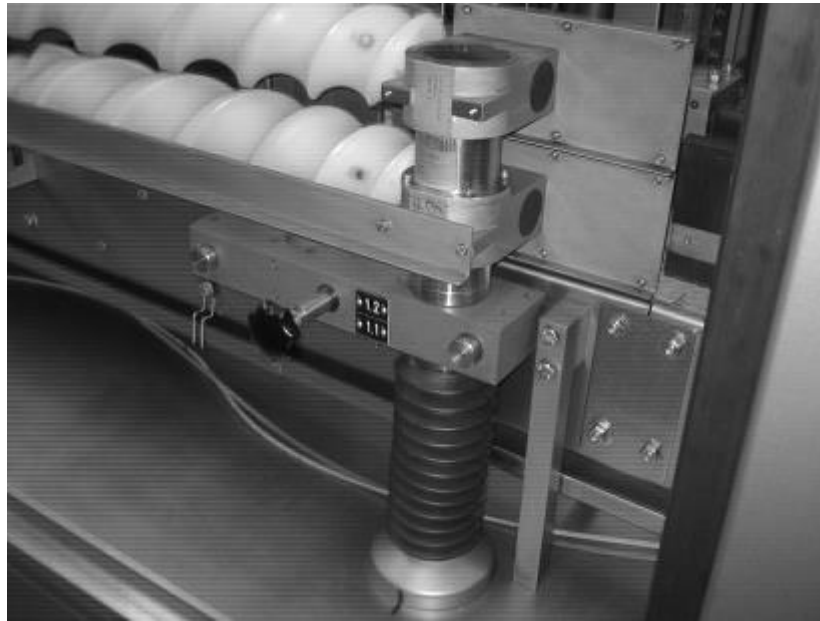


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Ajuste
 - Soltar el elemento de sujeción
 - Trasladar el carro de ajuste hacia fuera
 - Ajustar la regla de ajuste al nuevo tipo de envase
 - Trasladar el carro de ajuste hacia dentro, hasta el tope en los tornillos distanciadores de la regla de ajuste.
 - Apretar el elemento de sujeción

- Accionamiento del tornillo sin fin

Figura 17. **Carro de ajuste**

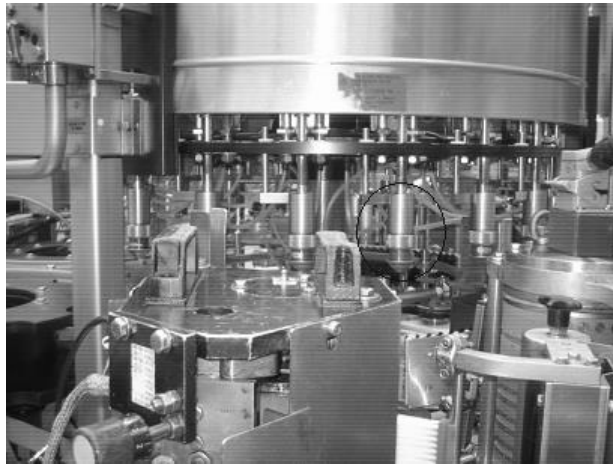


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- **Ajuste**
 - Desplazar el carro de ajuste hacia fuera
 - Ajustar la arandela de ajuste al número del envase
 - Desplazar el carro de ajuste hacia dentro hasta que tope contra el tornillo distanciador de la arandela de ajuste, y apretar la manija.

- Cabezal de la máquina

Figura 18. **Cabezal de la máquina**



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Ajuste
 - Antes de realizar los trabajos de cambio, subir el cabezal de la máquina hasta que sea posible desmontar y montar, sin problema alguno, todas las piezas del juego de formato.
 - Tras realizar el cambio de las piezas del juego de formato, bajar el cabezal de la máquina hasta la altura de los envases a trabajar.
 - Pulsar a continuación el botón en la pantalla táctil, y desconectar el ajuste de altura.

- Tulipas centradoras

Figura 19. **Tulipa**

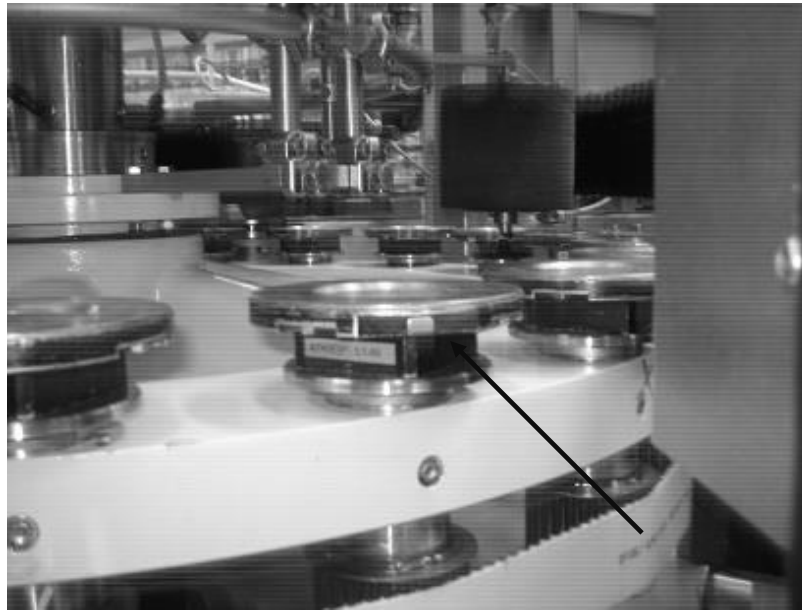


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Desmontaje y montaje
 - Apretar el cierre del resorte
 - Retirar las tulipas centradoras de sus ejes (engrasar ligeramente el final del perno y la cabeza del tornillo con grasa no tóxica).
 - Montar las tulipas centradoras apropiadas para el envase

- Discos giratorios

Figura 20. **Discos**

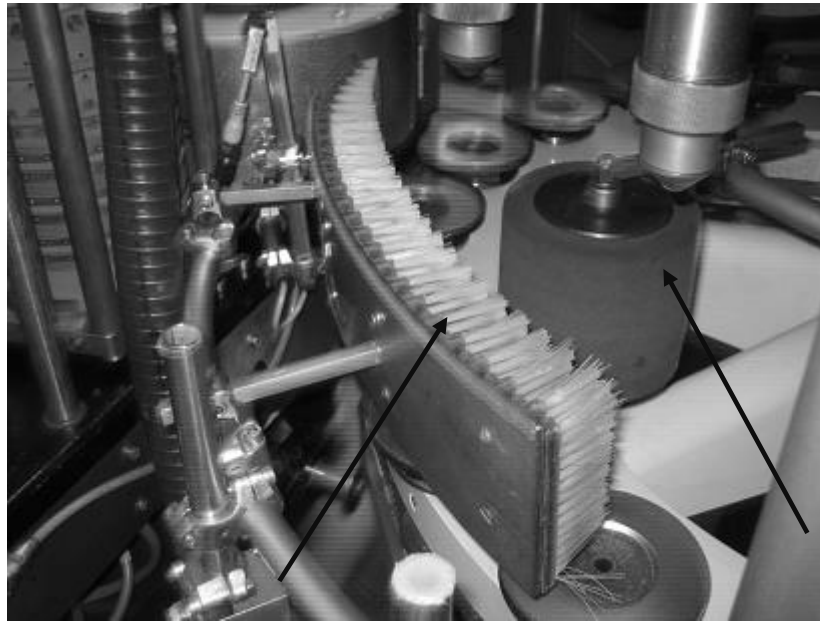


Fuente instalaciones de EBGSSA.

- Desmontaje y montaje
 - Soltar los elementos de sujeción
 - Recambiar los discos
 - Apretar los elementos de sujeción
 - Verificar que los discos giran libremente

- Esponja de alisado

Figura 21. **Esponja de alisado**

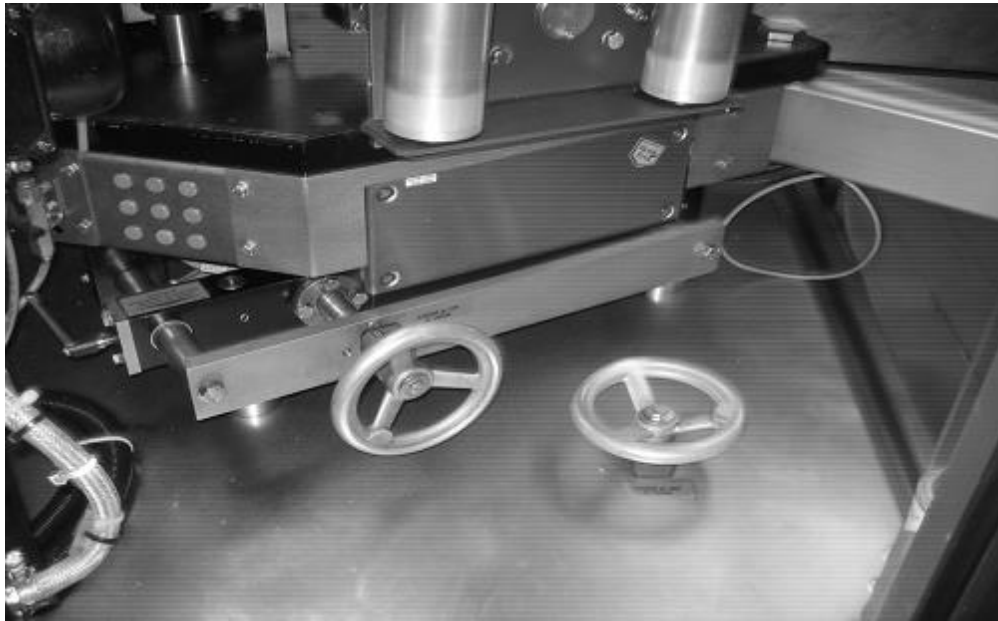


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Ajuste
 - Verificar la limpieza del cepillo
 - Soltar los elementos de sujeción
 - Ajustar la estación de alisado al diámetro del envase
 - Apretar los elementos de sujeción

- Conjunto etiquetador

Figura 22. **Conjunto etiquetador**

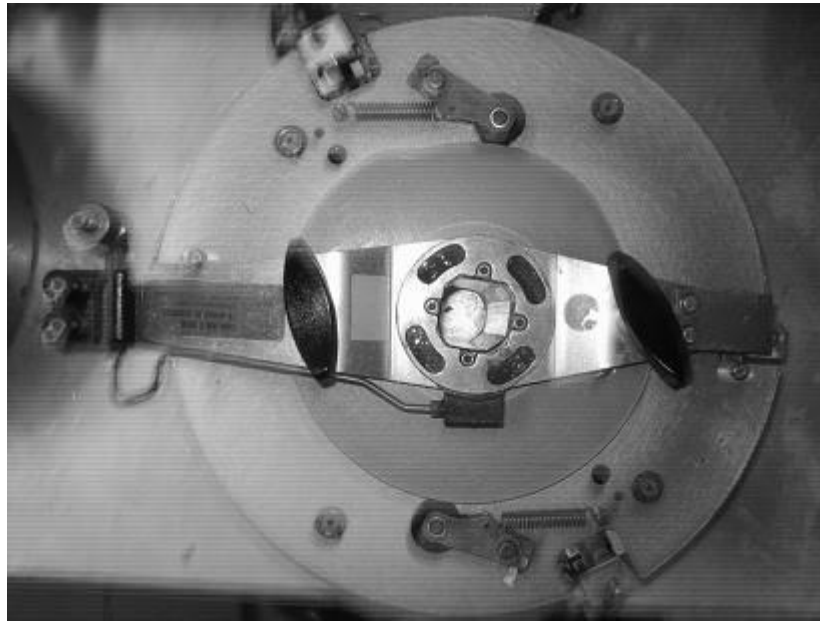


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Cambios
 - Soltar el dispositivo o la palanca de sujeción
 - Ajustar el conjunto etiquetador con el volante a los valores correspondientes para cada tipo de envase.
 - En un rótulo debajo del conjunto etiquetador se han inscrito los valores que se deben ajustar en el conjunto etiquetador.

- Cilindro de transferencia de vacío

Figura 23. **Vista superior del cilindro de transferencia de vacío**

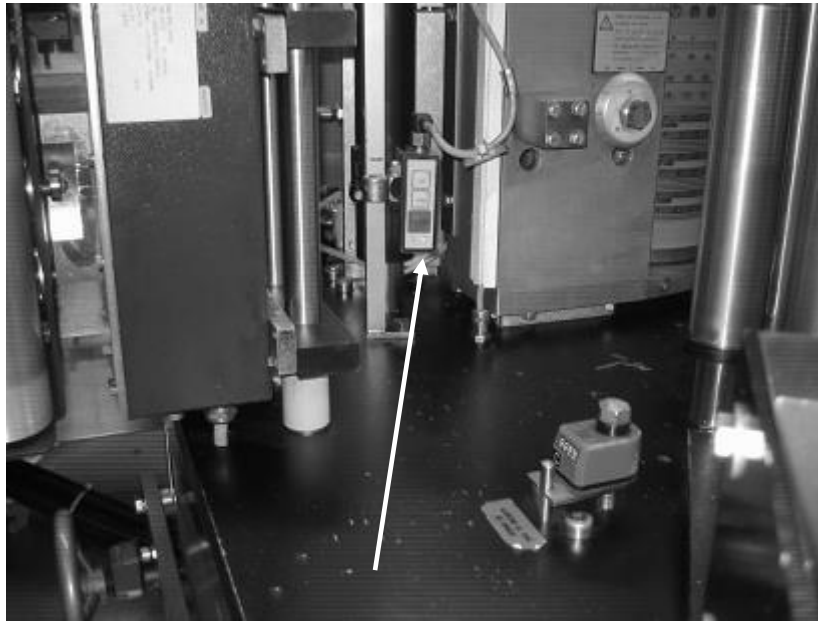


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Desmontaje y montaje
 - Soltar los conductos de vacío y de lubricante
 - Retirar el cilindro de transferencia por vacío del árbol tirando hacia arriba.
 - Montar el cilindro de transferencia por vacío apropiado al envase.

- Detector de la marca de corte

Figura 24. **Detector de la marca de corte**



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Ajuste
 - Soltar el elemento de sujeción
 - Ajustar el conjunto de la barrera de luz a la altura de la etiqueta a trabajar.
 - Apretar el elemento de sujeción

- Pantalla táctil, LCT 3

Figura 25. **Pantalla táctil**

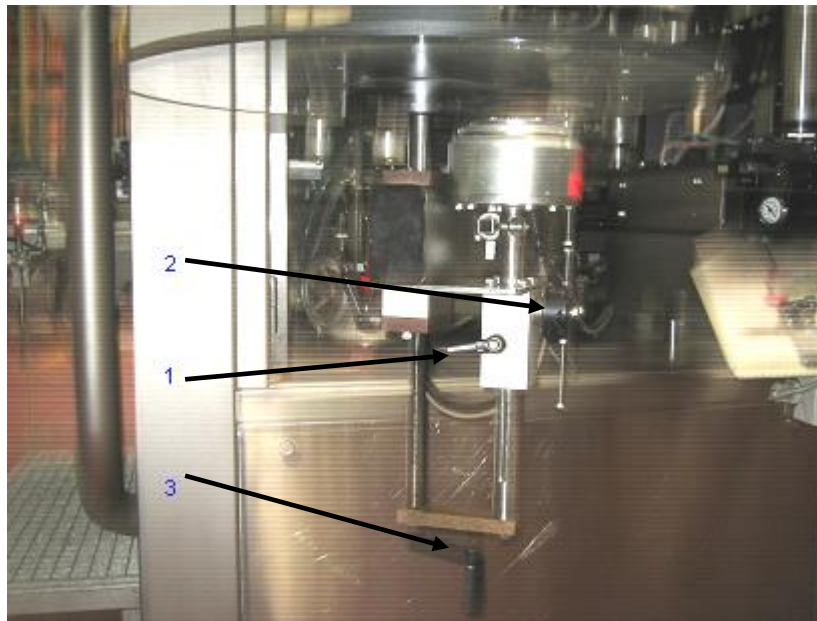


Fuente: instalaciones de EBGSSA.

- Ajustar la pantalla táctil al tipo de envase o de etiqueta a trabajar

- Mesa portabobinas

Figura 26. **Portabobinas**



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

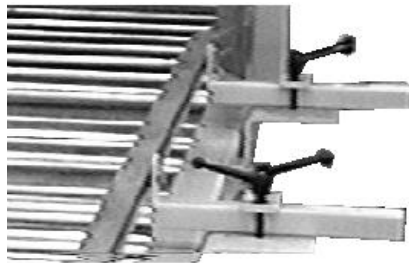
- Ajuste
 - Soltar la sujeción (1)
 - Ajustar el tope giratorio (2) al tipo de envase a trabajar
 - Llevar a cabo el ajuste de altura con ayuda del mando estrellado (3).
 - Después del ajuste, apretar la sujeción (1)

3.2.1.1.3. Paletizadora

La máquina sale de la fábrica ajustada para un tamaño de paleta y un tipo de formación de paquetes. Cuando otro tamaño de paleta u otras formaciones de paquete son procesadas, la máquina tiene que ser reajustada. Esto afecta lo siguiente:

- Selección de nueva formación en el panel de operador: para cambiar la formación presione la tecla K12.
- Guías laterales en el transportador de paletes: en caso de que se cambien los paletes, las guías laterales en el transportador de paletes tienen que ser reajustadas.
- Holgura entre paleta y guía lateral: la holgura máxima entre la paleta y la guía lateral del transportador es de aproximadamente 20 mm.

Figura 27. **Guía lateral del transportador**

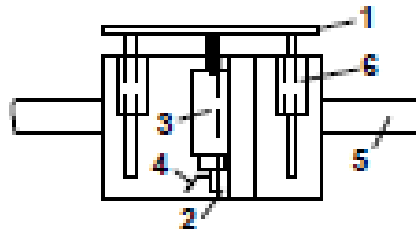


Fuente: Manual del usuario.

- Suelte la palanca de aprieto

- Deslice la guía del paleta transversalmente en dirección al transportador. Considere las posibles tolerancias dimensionales de los paletes.
- Apriete la palanca de ajuste
- Las guías laterales y límites en el transportador de paquetes: si el tipo de paquetes es cambiado, las guías laterales en el transportador de paquetes también tienen que ser reajustadas. Las guías en la descarga de paquetes y en la mesa del empujador de camadas deben alterarse también. Las placas del empujador de camada también tienen que ser reajustadas.
- Procedimiento de ajuste de guías laterales: el ajuste de las guías laterales en ambos lados es de 5 a 10 mm del espacio entre el paquete y la guía lateral. Ajuste las guías laterales en el transportador de descarga de paquetes a 20 mm de holgura entre los paquetes y las guías.
- Centralización de camadas: puede ser necesario ajustar las placas laterales de centralización (optativo) como así también las vigas frontales y traseras cuando se estén cambiando para la nueva formación del embalaje.
 - Las placas laterales de centralización: (1) Suelte la palanca (4) y ajuste el cilindro (3) en Perfil-C (2) para el nuevo tamaño. Ajuste los límites soltando la palanca de ajuste, para arreglar el nuevo tipo de paquete.

Figura 28. **Representación de las placas laterales**



Fuente: Manual del usuario.

1. Placa de centralización
2. Perfil-C
3. Cilindro de Pn
4. Palanca del aprieto
5. Dispositivo de elevación
6. Guía

3.2.1.2. Herramienta mecánica a utilizar durante el cambio de presentación

Se utilizará la herramienta proporcionada por el fabricante la cual se lista a continuación:

- Llave cola corona de 17mm
- Llaves de ajuste en numeración de 10mm a 17mm
- Llave tipo ratch con dado de ½"

3.3. Arranque de la maquinaria

Condiciones para arrancar la maquinaria de la línea de producción.

3.3.1. Llenadora

Debe controlarse lo siguiente al momento de arrancar la producción:

- El estado general de la llenadora
- La seguridad de servicio
- La disposición de servicio

Pasos a seguir durante la comprobación.

Paso 1: durante el funcionamiento de la máquina observe todas las medidas de seguridad requeridas.

- Sea responsable al cumplir con las medidas de seguridad, recuerde que su seguridad y la de los demás es importante.

Paso 2: verifique que en las demás máquinas de la línea de producción se halla seguido los pasos para la comprobación y la puesta en marcha.

- Para realizar lo dicho anteriormente use los manuales de usuario
- El servicio de llenado sólo puede comenzar si las máquinas que están antes o después de la llenadora en la línea de producción están listas para el servicio.

Paso 3: cuando la máquina se encuentre en la fase de servicio Posición de llenado hasta el borde o desinfección en reposo, la máquina se encontrará bajo presión de:

- Depósito de presión
 - Elementos de construcción CIP
 - Sistema de canalización
 - Conducto de la bebida
 - Componentes de construcción neumática
 - Componentes de construcción hidráulica
- Si se tienen que manipular los componentes de construcción, debe interrumpirse la aplicación de presión de la máquina y de las partes de la máquina.

Paso 4: asegúrese de que todas las puertas del revestimiento protector estén cerradas.

Paso 5: conectar el interruptor principal, al hacerlo, debe encenderse la lámpara piloto tensión de mando

- Presionar el botón prueba de lámparas, a excepción de la lámpara piloto Listo para el mantenimiento, deben encenderse todas las lámparas piloto e indicaciones luminosas. Cambiar las piezas defectuosas antes de poner en marcha la máquina.
- Comprobar las indicaciones de perturbaciones, eliminar las perturbaciones indicadas, verificar periódicamente las indicaciones.

- Comprobar si el selector de la regulación automática del rendimiento (bloqueador de envases) se encuentra en posición O.

Paso 6: comprobar las acometidas:

- CO₂/N₂/aire estéril
- Aire de servicio
- Agua
- Vapor
- Asegúrese de que los medios, las cantidades y las presiones de las acometidas sean los correctos.

Paso 7: abrir llaves de cierre del CO₂/N₂/aire estéril, aire de servicio y del agua.

Paso 8: asegúrese de que en los conjuntos de servicio de la máquina estén ajustadas las presiones de servicio correctas.

Paso 9: asegúrese de que en el cuadro de instrumentos de la máquina estén ajustadas las presiones de servicio correctas:

- Presión CO₂/N₂
- Presión del aire estéril
- Presión del cilindro elevador

Paso 10: poner los conjuntos auxiliares en condiciones de servicio:

- Transportadores
- Lubricación del transportador

- Conjunto de desinfección
- Conjuntos auxiliares para la taponadora
- Bomba de inyección
- Inyección por alta presión

Paso 11: asegúrese de que se hayan realizado todos los trabajos de mantenimiento, y que todos los puntos de lubricación estén alimentados de lubricante.

Paso 12: verifique que la máquina esté configurada para el envase que se ha de llenar, sino es así, entonces realice los cambios necesarios. Recuerde que:

- En la fase de servicio posición de llenado hasta el borde o desinfección en reposo, la máquina puede estar bajo presión.
- Debe descargar la presión y vaciar la máquina, antes de realizar los cambios en las dimensiones para llenar el envase.

Paso 13: debe asegurarse antes de poner en marcha la máquina, de que:

- Todas las piezas de cambio de formato estén montadas y fijadas debidamente.
- Los trabajos de ajuste se hayan ejecutado por completo

Paso 14: verifique que la calidad de los envases es óptima.

- Verifique que no hay cuerpos extraños en la máquina, como herramientas o trapos de limpieza.

Paso 15: durante la fase de servicio, realice los siguientes trabajos de comprobación:

- Comprobar la alimentación de agua fresca en la bomba de vacío; la temperatura del líquido refrigerante no debe superar los 25°C, durante el servicio.
- Comprobar el funcionamiento correcto de la bocina de alarma

Paso 16: poner en I el interruptor listo para mantenimiento

- Poner en auto todos los selectores de la caja de mando

3.3.2. Etiquetadora

Debe considerarse lo siguiente antes de arrancar la etiquetadora:

- Las piezas de formato deben estar montadas correctamente
- Los puntos de ajuste que corresponden deben estar ajustados entre sí.
- Las guías de máquina y transportador de envases a trabajar deben estar ajustadas
- El cabezal de la máquina debe estar ajustado al tipo de envase a trabajar
- Las tulipas centradoras deben ser adecuadas al envase a trabajar
- Lentes de barreras de luz deben estar limpios
- Buen funcionamiento de estrellas

- Recipiente de aceite debe estar lleno, separador de agua debe estar vacío.
- Aire comprimido conectado a: cilindro de transferencia de vacío, dispositivo de corte, otros elementos funcionales que trabajan con aire comprimido.

- Conexión eléctrica realizada del calentador de adhesivo
- Conductos de lubricación conectados
- Herramientas fuera del transportador de la máquina
- Control de paso con la ayuda de envases de muestra

Pasos a seguir para la puesta en marcha:

Paso 1: abrir el grifo principal de la alimentación de aire comprimido. Controlar la presión del aire de servicio (4,5- 5,5 bar. máximo) en el manómetro.

Paso 2: conectar la alimentación de tensión.

Paso 3: controlar, si la alimentación de la tensión principal está conectada.

Paso 4: abrir el candado en el interruptor listo para el mantenimiento. Poner el interruptor listo para el mantenimiento en I.

Paso 5: ejecutar en la pantalla táctil todas las funciones necesarias para la puesta en marcha, conectar el calentador del adhesivo. La temperatura del adhesivo se alcanza después de aprox. 50-60 minutos, según el tipo de adhesivo. Realizar la prueba de lámparas.

Paso 6: ajustar la longitud de etiqueta ajustada en la unidad de mando LCT3 a la longitud de etiqueta a trabajar.

Paso 7: colocar el interruptor de llave del embriague conjunto etiquetador en CON.

Paso 8: pulsar en la pantalla táctil el botón bomba de vacío CON; transportadores CON, motor del conjunto encolador CON.

Paso 9: seleccionar en la pantalla táctil el menú selección del tipo de envase y ajustarlo al tipo de envase a trabajar.

Paso 10: colocar el selector bobina ½ o vacío bobina ½ a la bobina con cinta de etiquetas requerida para el etiquetado.

Paso 11: pulsar el botón luminoso máquina CON.

Paso 12: colocar el selector de la regulación del rendimiento en O.

Paso 13: ajustar el caudal de adhesivo por medio de un tornillo hexagonal en el conjunto encolador. Destornillar: el caudal aumenta. Atornillar: el caudal disminuye.

Paso 14: ajustar eventualmente el espesor de la capa de adhesivo con un tornillo de ajuste. Empezar siempre con una capa fina de adhesivo, hasta alcanzar el espesor requerido de la capa de adhesivo.

Paso 15: controlar la capacidad de funcionamiento de los dispositivos de protección. La máquina se tiene que parar: al pulsar el botón de emergencia o al abrir las puertas del revestimiento protector.

Paso 16: colocar el selector de la regulación del rendimiento en automático. El bloqueador de envases abre automáticamente, en el momento en que se disponga de suficientes envases.

3.3.3. Paletizadora

Debe considerarse lo siguiente antes de arrancar la paletizadora.

3.3.3.1. Función automática

El servicio automático de la máquina se activa de la manera siguiente:

- Verificar si está seleccionando el programa correcto y si coincide con la preparación básica de la máquina.
- Desbloquear el pulsador parada de emergencia S10, cerrar las puertas de seguridad.
- Accionar el pulsador de confirmación S6 (indicación de fallo) si hay fallos, estas aparecen en la línea de aviso de la pantalla.
- Eliminar completamente los fallos y confirmar
- Preseleccionar el modo de servicio automático con S4
- Arrancar el modo de servicio automático con S2
- La máquina se pone en funcionamiento

3.3.3.2. Función manual

Algunas funciones individuales de la máquina (especialmente los movimientos) se pueden activar en el modo de servicio manual desde el panel de control de la máquina de la manera siguiente:

- Desbloquear el pulsador parada de emergencia S10, cerrar las puertas de seguridad.
- Accionar el pulsador de confirmación S6 (fallo). Si se presentan fallos estos aparecen en la línea de aviso de la pantalla.
- Eliminar los fallos y confirmar
- Desconectar el modo automático con la tecla S1
- Llamar el cuadro de función manual deseado mediante los cuadros de maniobra en la pantalla.
- Accionar pulsador S3 reselección servicio manual, los cuadros de maniobra se visualizaran en la pantalla.
- Pulsar el cuadro de maniobra deseado
- Accionando el pulsador S2 se ejecuta la función manual deseada. La ejecución suele durar el tiempo que se accione el pulsador.

3.3.3.3. Nuevo arranque después de una parada

Las medidas necesarias para arrancar la máquina después de una parada dependen de las causas que ocasionaron la parada de la máquina.

Según el tipo y causa de la parada de la máquina, se deben tomar medidas diferentes:

- Paro regular debido al accionamiento del pulsador de Desconectar S1: si a continuación ninguna acción de mando modifica el estado general de la máquina, hay que accionar el pulsador de servicio automático S2 para continuar con el servicio.
- Paro cuando hay errores: hay que eliminar los errores señalados en el control de mando.

3.3.3.4. Parada manual normal

- Se puede parar la máquina en cualquier momento durante el servicio automático accionando el pulsador paro S1.
- Para un nuevo arranque sin problemas es conveniente esperar con el paro hasta que el ciclo de movimientos haya terminado, eventualmente también hasta que se haya alcanzado el fin del programa.

3.3.3.5. Parada automática y parada de emergencia

De presentarse situaciones que pudieran ocasionar un funcionamiento erróneo o causar daños en la máquina, como por ejemplo, personas entran en la zona de peligro o la abandonan, o aparecen fallos de funcionamiento, la máquina se para automáticamente y señala la causa del paro en el control de mando de la manera siguiente:

- El indicador luminoso S9 se enciende
- En la línea de avisos de la pantalla aparece el texto del fallo

Operaciones:

- Accionar el pulsador parada de emergencia antes de entrar a trabajar en la máquina.
- Eliminar totalmente los fallos indicados en la línea de aviso de la pantalla.
- Otras operaciones mencionadas previamente.
- Un aviso de texto aparece en el panel de control. No obstante, el servicio automático permanece inalterado, es decir que cuando se elimina el atasco o la escasez vuelve a continuar el desarrollo normal de los movimientos.

3.4. Consideraciones durante el funcionamiento

Durante el funcionamiento de las máquinas involucradas en el proceso de producción debe seguirse cada instrucción para evitar tiempos muertos por imprevistos causados por mal funcionamiento de la maquinaria.

3.4.1. Llenadora

La llenadora es la primera en intervenir durante la producción, por lo tanto se deben tomar las siguientes consideraciones:

3.4.1.1. Puesta en marcha

Se establecen todas las conexiones y se presuriza la máquina preparándola para la afluencia de la bebida.

Paso 1: seguir las indicaciones de seguridad, en especial lo siguiente:

- Protecciones para los oídos
- Lentes protectoras
- Guantes protectores
- Camisa de trabajo
- Delantal
- Calzado de trabajo, suela antideslizante

Paso 2: asegúrese de que se hayan enjuagado por completo los detergentes y desinfectantes.

Paso 3: poner todas las funciones en auto

Paso 4: seleccionar en el programa de pantalla la posición básica

Paso 5: establecer las conexiones para bebida, gas o vacío

Paso 6: conectar la máquina y dar por lo menos una vuelta al carrusel, para cerrar todas las válvulas de llenado. Desconectar la máquina, si el manómetro y las mirillas en el depósito de la bebida miran hacia delante.

Paso 7: seleccionando el programa necesario en la pantalla, el ajuste de las válvulas se realiza automáticamente.

Paso 8: abrir el grifo de cierre del gas de presurización (CO₂, N₂, aire estéril).

Paso 9: para iniciar la presurización se debe seleccionar el programa requerido en la pantalla, presurización o llenado.

Paso 10: ajustar en la caja de mando y en la matriz de válvulas las presiones para:

- Bebida
- Gas
- Cilindros elevadores
- Dispositivos elevadores

Paso 11: subir los cilindros elevadores o los dispositivos elevadores.

Paso 12: preparar las máquinas que están delante y detrás de la llenadora.

3.4.1.2. Etiquetadora

Deben tomarse las siguientes consideraciones:

- Ajustar la máquina al rendimiento requerido
- Procurar que haya una entrada continua de envases
- Controlar, si en la entrada o en la salida de envases hay envases dañados, atascados o caídos.

- Controlar la máquina: observar ante todo en la pantalla táctil, las indicaciones de control.

- Comprobar la temperatura del adhesivo en la pantalla táctil:
 - En el recipiente de adhesivo (aprox. 140-160°C)
 - En el rodillo encolador (aprox. 120-140°C)
 - En el tambor de cuchillas (aprox. 40°C)

- En cuanto sea necesario, rellenar de adhesivo en el recipiente del adhesivo caliente.

- Comprobar el espesor de la capa de adhesivo en el conjunto encolador de adhesivo caliente. Si es necesario debe ajustarse nuevamente.

- Cambiar a tiempo las bobinas con cintas de etiquetas
- Controlar con regularidad el conjunto de servicio
- Controlar de vez en cuando la calidad del etiquetado. Retirar para ello envases del transportador de salida.

3.4.1.3. Paletizadora

Seguir las indicaciones de seguridad, en especial lo siguiente:

- Protecciones para los oídos
- Lentes protectoras
- Guantes protectores
- Camisa de trabajo
- Delantal
- Calzado de trabajo, suela antideslizante

Las indicaciones de seguridad se dan para evitar cualquier daño a la integridad física del operador y si estas se cumplen como está establecido, se evitarán paros en la producción debido a lesiones.

3.5. Lubricación de la maquinaria

La lubricación de la maquinaria es de vital importancia durante el mantenimiento productivo total, debe prestarse atención al tipo de lubricante que se utilizará.

3.5.1. Aspectos a tomar en cuenta durante la lubricación de la maquinaria

- Lubricante: Revisar cual tipo de lubricante se ha de utilizar, OLISTA, OPTITEMP, etc.

- Equipo para lubricar: se indica a detalle qué equipo es el necesario para lubricar, en algunos casos se indica a mano ya que es necesario usarla y no hay equipo. Para cada caso se hace alguna observación o nota de precaución.
- Cantidad: indica la cantidad de lubricante en bombazos que es necesaria. No se indica la cantidad en volumen, sino la forma en que se aplica.
- Frecuencia: es el tiempo que pasará entre una lubricación y otra, por ejemplo: cada ocho días, diario, etc.
- Estado de la máquina: indica como debe estar la máquina al momento de realizar la lubricación, si debe estar encendida o apagada, o se hace la observación que indica que la máquina debe usar el sistema paso a paso, lo cual debe hacerse con mucha precaución.

3.5.2. Llenadora

El procedimiento para lubricar cada una de las partes de la llenadora es el siguiente:

3.5.2.1. Cruces Cardán:

Procedimiento para lubricar cruces cardán.

Figura 29. **Cruces Cardán**



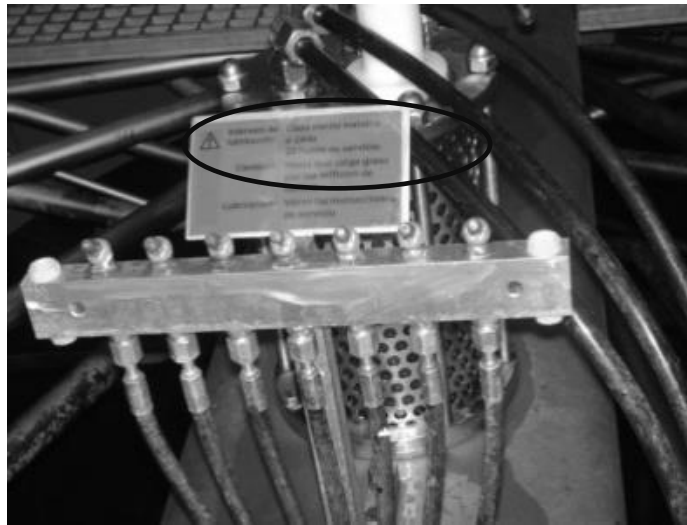
Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	Olista
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	5 bombazos
Frecuencia:	cada 8 días
Estado de la máquina:	apagado
Quién lo realiza:	operador de la llenadora
Observaciones:	verifique que la grasa cubra correctamente

3.5.2.2. Eje distribuidor central

Procedimiento para lubricar el eje distribuidor central.

Figura 30. Eje



Fuente: instalaciones de EBGSSA

Lubricante:	Tribol 823-2
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	5 bombazos
Frecuencia:	cada 3 días
Estado de la máquina:	apagado
Quién lo realiza:	operador de la llenadora
Observaciones:	-----

3.5.2.3. Chumaceras de transporte llenadora-empacadora

Procedimiento para lubricar las chumaceras de transporte llenadora-empacadora.

Figura 31. Chumacera



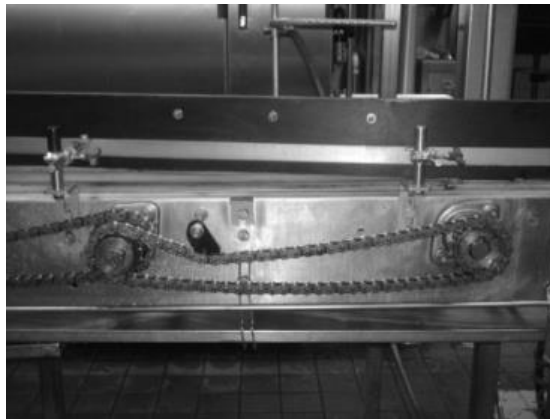
Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	Olista
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	3 a 4 bombazos
Frecuencia:	cada 15 días
Estado de la máquina:	apagado
Quién lo realiza:	operador de la llenadora
Observaciones:	-----

3.5.2.4. Cadena de tracción transporte llenadora-empacadora

Proceso para lubricar la cadena de tracción transporte llenadora-empacadora.

Figura 32. Cadena



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	Aceite CC 77
Equipo para lubricar:	brocha
Cantidad:	hasta que esté cubierto
Frecuencia:	cada 15 días
Estado de la máquina:	apagado
Quién lo realiza:	operador de la llenadora
Observaciones:	-----

3.5.3. Etiquetadora

El procedimiento para lubricar cada una de las partes de la etiquetadora es el siguiente:

3.5.3.1. Grasea del carrusel

Proceso para lubricar la grasea del carrusel.

Figura 33. Carrusel



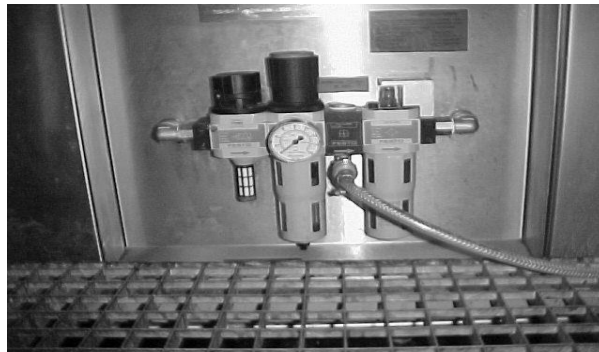
Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	grasa Olista long time
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	5 bombazos
Frecuencia:	cada 3 días
Estado de la máquina:	apagada
Quién lo realiza:	operador
Observaciones:	la boquilla de engrase gira con el cabezal

3.5.3.2. Unidad de Mantenimiento

Procedimiento para lubricar la Unidad de Mantenimiento.

Figura 34. **Depósito de aceite para la Unidad de Mantenimiento**



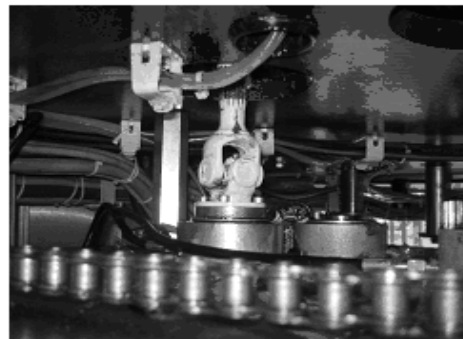
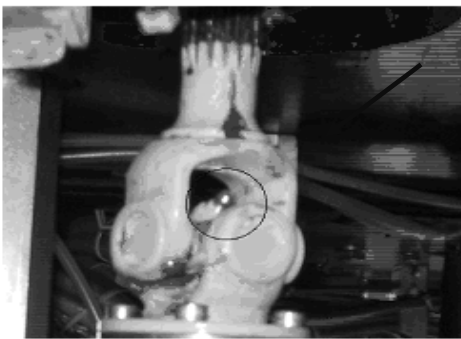
Fuente: instalaciones de EBGSSA

Lubricante:	Festo ofsw 32
Equipo para lubricar:	aceitera manual.
Cantidad:	nivel indicado
Frecuencia:	chequear nivel
Estado de la máquina:	apagada
Quién lo realiza:	mecánico
Observaciones:	el nivel de aceite debe ser exacto.

3.5.3.3. Cruz Cardán superior e inferior

Procedimiento para lubricar las cruces Cardán superior e inferior.

Figura 35. Cruz Cardán superior e inferior respectivamente



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	grasa Olista long time
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	2 bombazos
Frecuencia:	cada 8 días
Estado de la máquina:	apagada
Quién lo realiza:	operador
Observaciones:	lubricar hasta que la grasa usada salga por las empaquetaduras

3.5.3.4. Transportador de salida

Procedimiento para lubricar la chumacera del transportador de salida.

Figura 36. Chumacera del transportador de salida



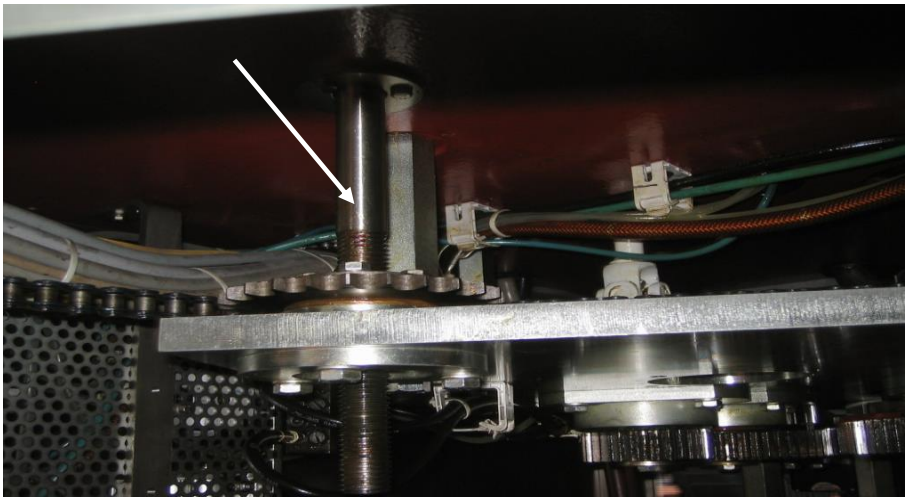
Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	grasa Olista long time
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	3 a 4 bombazos
Frecuencia:	cada 15 días
Estado de la máquina:	apagada
Quién lo realiza:	operador
Observaciones:	-----

3.5.3.5. Sprocket

Procedimiento para la lubricación del sprocket.

Figura 37. Sprocket



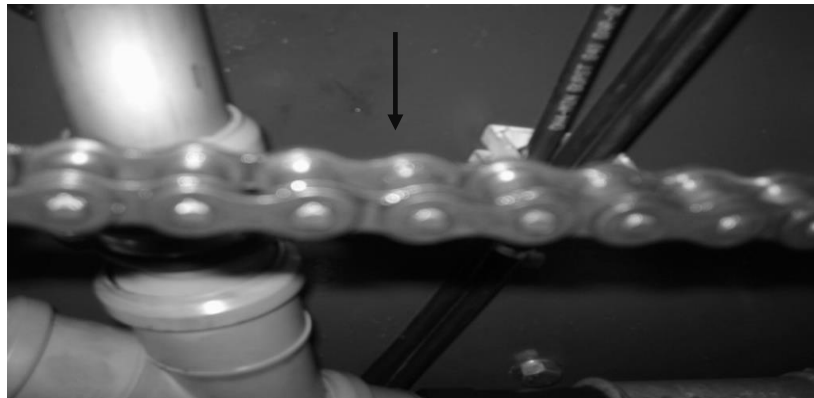
Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	grasa Olista long time
Equipo para lubricar:	conductos de lubricación
Cantidad:	-----
Frecuencia:	diariamente
Estado de la máquina:	encendida
Quién lo realiza:	sistema de lubricación central
Observaciones:	verificar que el sprocket este libre de partículas sólidas

3.5.3.6. Cadenas

Procedimiento para la lubricación de las cadenas motrices.

Figura 38. Cadenas motrices



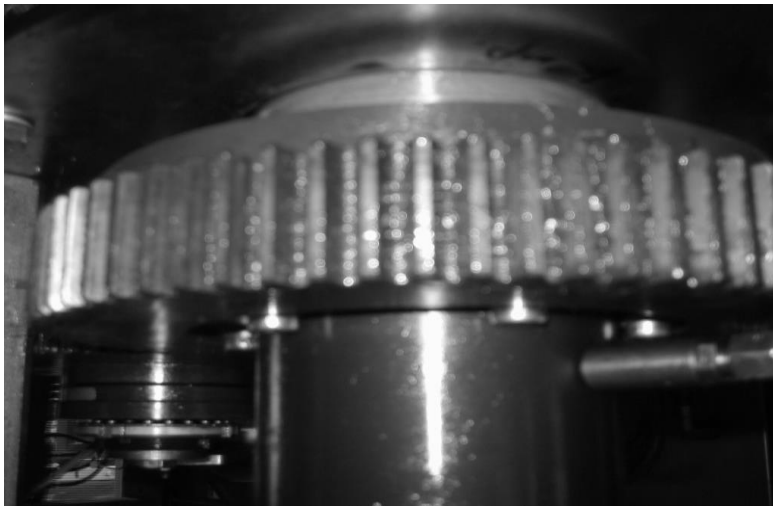
Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	grasa Olista long time
Equipo para lubricar:	conductos de lubricación
Cantidad:	-----
Frecuencia:	diariamente
Estado de la máquina:	encendida
Quién lo realiza:	sistema de lubricación central
Observaciones:	comprobar que la tensión de la cadena sea adecuada

3.5.3.7. Engranajes

Procedimiento para la lubricación de los engranajes.

Figura 39. **Vista de los dientes del engranaje**



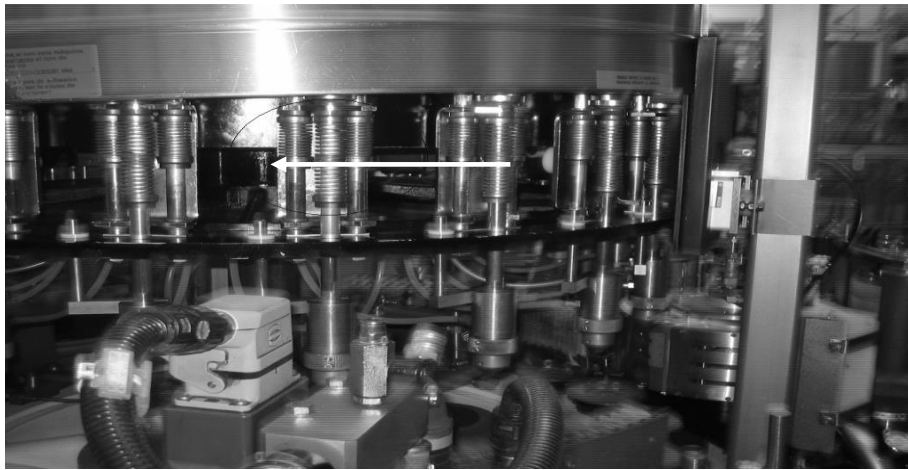
Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	grasa Olista long time
Equipo para lubricar:	conductos de lubricación
Cantidad:	-----
Frecuencia:	diariamente
Estado de la máquina:	encendida

3.5.3.8. Resortes elevadores

Procedimiento para lubricar los resortes elevadores.

Figura 40. Resortes



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	Obeen uf3
Equipo para lubricar:	aceite en spray
Cantidad:	una aplicación
Frecuencia:	cada 15 días
Estado de la máquina:	apagada
Quién lo realiza:	operador
Observaciones:	-----

3.5.4. Paletizadora

El procedimiento para lubricar cada una de las partes de la paletizadora es el siguiente:

3.5.4.1. Regleta graseras mesa de acumulación

Procedimiento para lubricar la regleta grasera de la mesa de acumulación.

Figura 41. **Regleta**



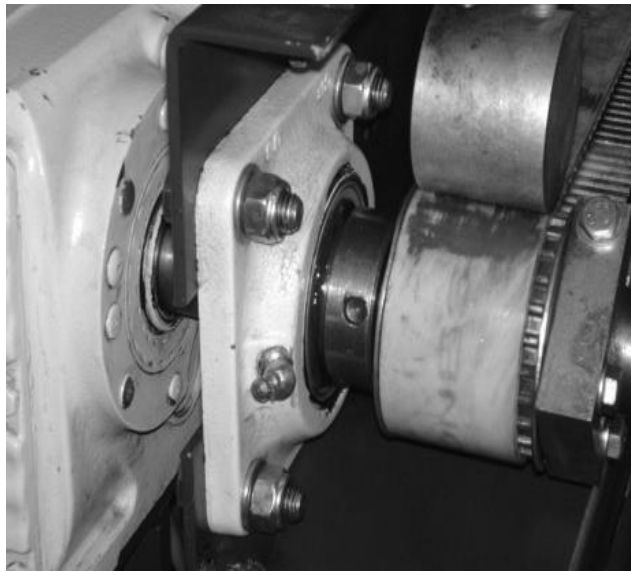
Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	Olista
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	2 bombazos
Frecuencia:	cada 8 días
Estado de la máquina:	apagado
Quién lo realiza:	operador de la paletizadora

3.5.4.2. Rodos de corredora de mesa de paquetes

Procedimiento para lubricar rodos.

Figura 42. Rodos



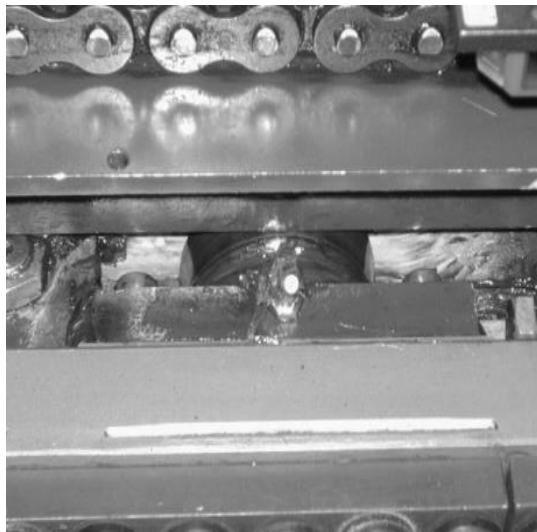
Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	Olista
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	3 bombazos
Frecuencia:	cada 8 días
Estado de la máquina:	apagado
Quién lo realiza:	operador de la paletizadora
Observaciones:	-----

3.5.4.3. Chumacera elevadora de mesa de paquetes

Procedimiento para lubricar la chumacera elevadora de mesa de paquetes.

Figura 43. Chumacera



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	Olista
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	3 bombazos
Frecuencia:	cada 8 días
Estado de la máquina:	apagado
Quién lo realiza:	operador de la paletizadora
Observaciones	-----

3.5.4.4. Punto central de acondicionador de cartón

Procedimiento para lubricar el punto central de acondicionador de cartón.

Figura 44. Unidad de engrase



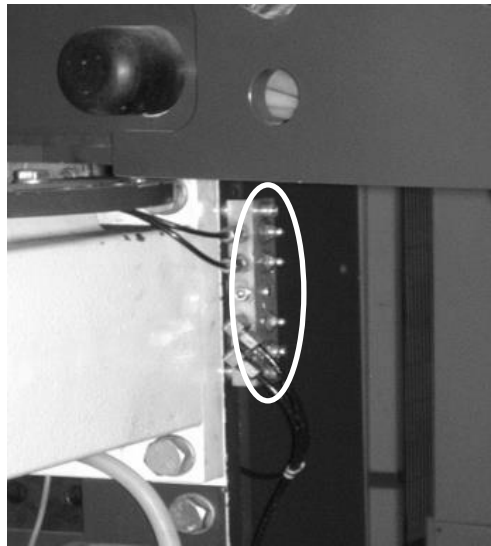
Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	Olista
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	3 bombazos
Frecuencia:	cada 8 días
Estado de la máquina:	apagado
Quién lo realiza:	operador de la paletizadora
Observaciones:	-----

3.5.4.5. Graseras del rodo de elevación de cartonés

Procedimiento para lubricar las graseras del rodo de elevación de cartonés.

Figura 45. Regleta



Fuente: instalaciones de EBGSSA.

Lubricante:	Olista
Equipo para lubricar:	pistola de engrase
Cantidad:	2 bombazos
Frecuencia:	cada 8 días
Estado de la máquina:	apagado
Quién lo realiza:	operador de la paletizadora
Observaciones:	-----

3.6. Fallas y posibles soluciones para la maquinaria

A continuación se describen algunas posibles fallas, así como sus posibles soluciones para cada una de las máquinas que intervienen en el proceso de producción.

3.6.1. Llenadora

Algunas de las causas de fallas posibles se describen a continuación:

- Los envases no se mueven como debieran en los dispositivos de entrada

Tabla I. **Problemas con el movimiento de los envases al entrar en la línea de producción**

Causa posible	Remedio posible
Las tiras de desgaste o placas de transferencia desgastadas en el transportador	Cambiar las piezas desgastadas en el transportador
Durante el cambio de presentación se han montado piezas falsas en el juego de formato	Colocar las piezas del juego de formato correcto para la presentación que se está trabajando
Estrella de entrada desajustada	Pedir a los mecánicos que ajusten la estrella correctamente

Fuente: elaboración propia.

- Los envases al momento de pasar por el tornillo sin fin, por la estrella de entrada o al carrusel de la estrella de entrada no se ajustan.

Tabla II. **Problemas en el ajuste de los envases en el tornillo sin fin**

Causa posible	Remedio posible
El ajuste de los puntos de transferencia ya no es correcto	Pedir a los mecánicos que corrijan los ajustes
La altura de las placas de transferencia entre sí y en relación a las estaciones de llenado no es correcta	Ajustar la altura

Fuente: elaboración propia.

- Los envases no se llenan correctamente en general

Tabla III. **Problema con el llenado de envases**

Causa posible	Remedio posible
En los reguladores de la caja de mando se han ajustado valores falsos	Ajustar los valores correctos
En los reguladores mecánicos se han ajustado valores falsos	Ajustar los valores correctos
Las válvulas del sistema de tuberías no están en la posición "Producción"	Colocar las válvulas del sistema de tuberías en la posición "Producción"

Fuente: elaboración propia.

- La llenadora llena a velocidad baja, a velocidad alta ya no llena

Tabla IV. **Problemas con la velocidad de la llenadora al llenar envases**

Causa posible	Remedio posible
Los ajustes se encuentran de un margen correcto, pero no son totalmente exactos	Comprobar los ajustes de los reguladores de la caja de mando, los ajustes de los reguladores mecánicos, los parámetros de llenado

Fuente: elaboración propia.

- El nivel del líquido es demasiado alto o demasiado bajo

Tabla V. **Problema con el nivel del líquido en los envases**

Causa posible	Remedio posible
En el regulador de presión se ha ajustado un valor incorrecto	Ajustar hasta el valor correcto

Fuente: elaboración propia.

3.6.2. Etiquetadora

Algunas de las causas de fallas posibles se describen a continuación:

- Posibles errores en el etiquetado

- Las etiquetas se caen de los envases o están parcialmente desprendidas

Tabla VI. **Problema con el etiquetado de los envases**

Posible causa	Posible remedio
En el rodillo encolador no hay adhesivo.	Comprobar y corregir el conjunto encolador.
El recipiente de adhesivo está vacío.	Rellenar el recipiente de adhesivo.
El adhesivo no es apropiado.	Utilizar adhesivo apropiado
La temperatura del adhesivo no es correcta.	Ajustar de nuevo la temperatura del adhesivo.
Durante el cambio se ha montado piezas del juego de formato incorrectas.	Montar las piezas correctas del juego de formato.
La distancia entre el cilindro de transferencia de vacío y el rodillo encolador es demasiado grande.	Corregir el ajuste.

Fuente: elaboración propia.

La capacidad del rodillo encolador, así como el adhesivo debe ser verificada antes de la puesta en marcha de la maquinaria para evitar atrasos en la producción.

- Rotura de la cinta de etiquetas

Tabla VII. **Problema por rompimiento de la cinta de etiquetado**

Posible causa	Posible remedio
La cinta de etiquetas no esta correctamente introducida.	Introducir la cinta de etiquetas según el esquema de enhebrado.
La cinta de etiquetas es de mala calidad	Utilizar una cinta de etiquetas de mejor calidad. Cambiar la bobina de etiquetas.
Tensión irregular de la cinta de etiquetas.	Controlar, si la cinta de etiquetas esta correctamente enhebrada. Comprobar el regulador de conducción de la cinta de etiquetas.

Fuente: elaboración propia.

- Las etiquetas están mal cortadas

Tabla VIII. **Problema con la cuchilla cortadora de etiquetas**

Posible causa	Posible remedio
Cuchilla mal ajustada.	Ajustar la cuchilla de nuevo o reajustarla.
La cuchilla está rota o desgastada.	Montar una cuchilla nueva.

Fuente: elaboración propia.

- Aplicación irregular de adhesivo en las etiquetas o solo en un lado

Tabla IX. **Problema con la aplicación del adhesivo en la etiqueta**

Posible causa	Posible remedio
Aplicación deficiente de adhesivo.	Comprobar la afinidad del adhesivo.
Pinzas de agarre sucias o dañadas.	Limpiar o recambiar las pinzas de agarre.
El listón de vacío en el cilindro de transferencia de vacío esta desgastado o mal ajustado.	Controlarlo, recambiar piezas desgastadas o ajustarlo de nuevo.
El conjunto encolador está mal ajustado.	Controlarlo, ajustar el conjunto correctamente.

Fuente: elaboración propia.

Los problemas en el proceso a menudo están asociados con desatenciones generadas durante la puesta en marcha de la maquinaria.

Las desatenciones involucran la falta de control en los procedimientos requeridos durante la preparación de la producción, estos provocarán paros innecesarios durante el proceso de producción.

El adhesivo debe verificarse antes de la puesta en marcha de la maquinaria, así también el listón del etiquetado en las bobinas.

- Etiquetas dañadas

Tabla X. **Problema con etiquetas**

Posible causa	Posible remedio
Las etiquetas se quedan pegadas en el rodillo encolador porque El adhesivo está demasiado frío, el adhesivo no es apropiado.	Aumentar la temperatura del adhesivo, utilizar adhesivo apropiado.
Las etiquetas se dañan por las pinzas de agarre porque Las pinzas de agarre están sucias.	Limpiarlas.
Porque el material de las etiquetas tiene insuficiente resistencia al desgarre.	Utilizar material de etiquetas adecuado.
El listón de vacío está dañado.	Controlarlo y recambiarlo.
El listón del yunque está dañado.	Controlarlo y recambiarlo.
El ajuste de las pinzas de agarre es incorrecto	Volver a ajustar las pinzas de agarre.
La leva del cilindro de transferencia está mal ajustada.	Ajustar bien.

Fuente: elaboración propia.

- En los envases faltan etiquetas

Tabla XI. **Problema con el etiquedado de los envases**

Posible causa	Posible remedio
Barreras de luz sucias	Limpiar las barreras de luz y los reflectores
No hay adhesivo en el (los) rodillo (s) encolador(es).	Controlar el conjunto encolador y reajustarlo.

Fuente: elaboración propia

Siempre que se realice cualquier ajuste durante la producción debe detenerse la maquinaria.

- Altura de aplicación de las etiquetas demasiado alta o demasiado baja

Tabla XII. **Problema con la posición de la etiqueta en el envase**

Posible causa	Posible remedio
El ajuste del conjunto etiquetador es demasiado alto o demasiado bajo.	Ajustar el conjunto etiquetador correctamente.
La bobina de etiquetas no está montada a tope, o la cinta no está introducida correctamente.	Montar la bobina de etiquetas e introducir la cinta debidamente.

Fuente: elaboración propia.

- Etiquetas deformadas en los envases

Tabla XIII. **Problema con la presentación de las etiquetas en los envases**

Posible causa	Posible remedio
La presión de acumulación es demasiado alta.	Reducir la velocidad de transporte de los envases.
El adhesivo se seca demasiado lentamente.	Utilizar un adhesivo con un tiempo de secado más rápido.

Fuente: elaboración propia.

- Posibles perturbaciones en el sistema de regulación del punto de corte
 - Fallo del sistema de regulación del punto de corte

Tabla XIV. **Problema con el corte de la etiqueta**

Posible causa	Posible remedio
La marca de corte falta (el ordenador no puede determinar la longitud de la etiqueta)	Cerrar el bloqueador de envases. Por medio de un embrague manual volver a poner en marcha el sistema de regulación del punto de corte.
El generador de impulso esta defectuoso.	Recambiar el generador de impulsos

Fuente: elaboración propia.

3.6.3. Paletizadora

Algunas de las causas de fallas posibles se describen a continuación:

- Acuñaamiento

Tabla XV. **Problema al producirse acuñamiento de los embalajes**

Posible falla	Posible solución
Acuñaamiento de los embalajes.	Aparta los embalajes que no tengan buen formato Si las barandillas del transportador de embalajes están mal reguladas, regularlas según las marcas.

Fuente: elaboración propia.

- Paletes que no ajustan

Tabla XVI. **Problema con el ajuste de los paletes**

Posible falla	Posible solución
Los paletes vacíos no entran o bien los paletes llenos no salen.	Separar los paletes defectuosos, tablas salientes de los paletes pueden bloquear las guías de los transportadores de paletes. Controlar las fotocélulas de posicionamiento correspondiente en los transportadores de paletes y ajustarlas si es necesario (señal LED).

Fuente: elaboración propia.

- Aflojamiento por desgaste o desajuste

Tabla XVII. **Problema con el ajuste por desgaste**

Posible falla	Posible solución
Desgaste intenso o bien las cadenas del accionamiento de la placa de carga están flojas	Controlar el nivel de aceite/grasa del recipiente para el tensor de cadenas hidroneumático y agregar aceite/grasa si es necesario.

Fuente: elaboración propia.

- Falla en posicionamientos

Tabla XVIII. **Problema con los posicionamientos**

Posible falla	Posible solución
Posicionamiento vertical inexacto del conjunto elevador	<p>Controlar las unciones de freno del motor del conjunto elevador (los frenos patinan eventualmente).</p> <p>Controlar las fotocélulas correspondientes.</p> <p>Controlar si el detector inductivo para el registro del recorrido esta defectuoso.</p> <p>Controlar la posición y la fijación del detector inductivo para el paro del conjunto elevador.</p>

Fuente: elaboración propia.

- Mala posición de los embalajes

Tabla XIX. **Problema con la posición de los embalajes**

Posible falla	Posible solución
El carro de carga no deposita correctamente los embalajes	Si la altura de caída de los embalajes es demasiado grande, regular nuevamente las fotocélulas para “conjunto elevador lento” y “paro conjunto elevador”. Controlar la función de la fotocélula de horquilla “registro del recorrido del conjunto elevador” (fotocélula de posicionamiento).

Fuente: elaboración propia.

3.7. Limpieza de la maquinaria

Este procedimiento tiene el propósito de mantener en buen estado la maquinaria así como identificar las piezas que necesitan atención inmediata o bien un ajuste más preciso.

Busca que no existan impurezas dentro del producto terminado en ninguna de sus etapas, así como la salud operativa de cada uno de los colaboradores.

Por medio de este procedimiento se asegura la calidad del producto terminado y se da un paso importante para la satisfacción del consumidor final.

3.7.1. Llenadora

Procedimiento para la limpieza de la llenadora.

Tabla XX. Pasos para la limpieza de la llenadora

1	Cerrar la válvula de aire a los cilindros, ver figura No.2
2	Colocar las botellas falsas
3	Abrir la válvula de aire para que haya presión y a la vez suban los cilindros
4	Programar la llenadora en la pantalla, seleccionar Circ. CIP sin drenaje
5	Dirigirse hacia el proporcionador
6	Verificar la posición de los codos según figura No. 1
7	Seleccionar el codo que viene de tanque CIP a Mixer Krones
8	Colocar el codo de la llenadora CIP a sala de jarabes CIP
9	Retornar de sala de jarabes CIP a tanque CIP
10	Verificar que la válvula 102 se encuentre abierta
11	Abrir la válvula No. 120 para CIP
12	Cerrar las válvulas No. 121 y 209 secuencialmente
13	Abrir las válvulas No. 122, 207, 208 y 164 secuencialmente

Fuente: elaboración propia.

Los jarabes que se utilizan tienden a adoptar los sabores de el jarabe utilizado en el proceso anterior, por lo cual es importante que en el proceso de limpieza cada uno de los elementos quede totalmente inodoro e insaboro.

3.7.2. Etiquetadora

Procedimiento para la limpieza de la etiquetadora.

Tabla XXI. Pasos para la limpieza de la etiquetadora

1	Utensilios y productos para el mantenimiento: Escoba Cepillo Esponja Agua tibia
2	Trabajos a ejecutar: Llevar a cabo un control visual durante los trabajos de limpieza.
3	Observaciones: No rociar directamente en los puntos de lubricación No rociar componentes eléctricos. No utilizar dispositivos de limpieza por alta presión. Eliminar con agua residuos de detergentes en la máquina. Secar piezas de máquina sensibles con pistola de aire.

Fuente: elaboración propia.

Se debe verificar que no queda algún resto de el pegamento utilizado en los cepillos y en los rodillos encoladores antes de iniciar el siguiente procedimiento.

3.7.3. Paletizadora

Procedimiento para la limpieza de la paletizadora.

Tabla XXII. **Pasos para la limpieza de la paletizadora**

1	<p>La máquina no se debe limpiar con vapor recalentado o con disolventes agresivos que contengan cloro.</p> <p>No limpiar los cojinetes con un equipo de limpieza de alta presión.</p> <p>Asegurarse antes de limpiar la máquina con algún líquido, por ejemplo agua de que esta no entre en las aberturas de la máquina. Principalmente motores eléctricos, acoplamientos, frenos y los armarios de distribución.</p> <p>Cubrir el filtro del ventilador del armario de distribución antes de la limpieza.</p> <p>No limpiar el pupitre de mando, el armario de distribución, los motores y todos los cojinetes con un chorro a presión.</p> <p>No rociar los motores con un chorro frío cuando están calientes.</p> <p>Quitar todas las coberturas correspondientes con un chorro a presión.</p> <p>Quitar posibles fragmentos existentes y / o otros objetos extraños de la máquina / de los transportadores.</p> <p>Limpiar siempre las máquinas / los transportadores sucios antes de cada lubricación o engrase.</p> <p>Limpiar la máquina de inmediato con agua tibia al fin del servicio</p>
---	--

Fuente: elaboración propia.

4. SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El seguimiento es importante cuando se implementa cualquier procedimiento, por lo tanto, para el mantenimiento productivo total es necesario un seguimiento que permita corregir cualquier problema que se presente durante el proceso de implementación.

4.1. Importancia del seguimiento para el mantenimiento de la maquinaria

Ya que ha iniciado el proceso del mantenimiento productivo total, se debe tener el cuidado de observar detalladamente los procedimientos a fin de tomar datos que permitan la comparación de datos anteriores en períodos prolongados y notar la manera en que el mantenimiento productivo total ha influido en los procesos de producción en períodos con dimensiones similares.

Es importante que esté definido de manera clara el nivel de calidad de desempeño organizacional, de forma que se constate sin ser subjetivo, si se ha mejorado o no respecto de la condición inicial.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento son las siguientes:

- Deben ser suficientes para analizar la gestión

- Claros de entender y calcular
- Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué, es por ello que los índices deben:
 - Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
 - Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
 - Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico
 - Establecer valores que determinen los objetivos a lograr
 - Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados establecidos.
 - Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

4.2. Formato de tabla de control para el seguimiento del mantenimiento de la maquinaria

Es importante recordar que en el modelo del Mantenimiento Productivo Total la observación es vital para el éxito del mantenimiento, por lo cual debe el operador estar consciente de que la maquinaria que opera debe ser chequeada en cada turno y velar porque los planes de control se sigan al pie de la letra.

4.2.1. Control para la lubricación de la maquinaria

A continuación se presentan modelos para el control de la lubricación en la maquinaria.

4.2.1.1. Llenadora

Modelo de control para el programa de lubricación de la llenadora.

Tabla XXIII. **Modelo del programa de lubricación para la llenadora de la línea 3 de refrescos**

Puntos a lubricar	Tipo de lubricante	Frecuencia	Cantidad	Fecha	Operador	Observaciones
Cruces Cardán	Olista	C/8 días	5 bombazos			
Sistema centralizado	Olista	Chequear el nivel	Nivel indicado			
Punta de eje distribuidor central	Tribol 823-2	C/22 días	3 bombazos			

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.2. Etiquetadora

Modelo de control para el programa de lubricación de la etiquetadora.

Tabla XXIV. **Modelo del programa de lubricación para la etiquetadora de la línea 3 de refrescos**

Puntos a lubricar	Tipo de lubricante	Frecuencia	Cantidad	Fecha	Operador	Observaciones
Rodillos encoladores	Optitemp HT2	c/24 horas	2 bombazos			
Grasera del carrusel	Olista	c/3 días	5 bombazos			
Resortes elevadores	Obeen UF3	c/15 días	Una aplicación			
Platillos giratorios	Olista	c/8 días	4 bombazos			
Cruz Cardán superior	Olista	c/8 días	2 bombazos			
Cruz Cardán inferior	Olista	c/8 días	2 bombazos			
Unidad de mantenimiento inferior	Festo OFSW 32	Chequear nivel	Nivel indicado			
Transportador de entrada	Olista	c/15 días	3 bombazos			
Transportador de salida	Olista	c/15 días	3 bombazos			

Fuente: elaboración propia

4.2.1.3. Paletizadora

Modelo de control para el programa de lubricación de la paletizadora.

Tabla XXV. **Modelo del programa de lubricación para la paletizadora de la línea 3 de refrescos**

Puntos a lubricar	Tipo de lubricante	Frecuencia	Cantidad	Fecha	Operador	Observaciones
Regleta graseras mesa de acumulación	Olista	C/8 días	2 bombazos			
Regleta graseras de traslación de camas	Olista	C/8 días	2 bombazos			
Chumacera elevador mesa de paquetes	Olista	C/8 días	3 bombazos			
Unidad que acondiciona el cartón	Olista	C/8 días	2 bombazos			
Punto central de acondicionador de cartón	Olista	C/8 días	3 bombazos			
Graseras rodo elevación de cartones	Olista	C/8 días	2 bombazos			

Fuente: elaboración propia

4.2.2. Limpieza para toda la línea de producción

Esta limpieza se hará tomando en cuenta la presentación que se acaba de producir y se debe considerar también la que se producirá, así como los tiempos en que se realiza, es decir, diariamente o semanalmente.

Tabla XXVI. Tipo de CIP que se debe aplicar según sea el cambio de bebida en la línea de producción

A De	Agua Pura	Refrescos	Vitta	Revive	Fin Semana
Agua Pura	-----	L	L	L	5
Refrescos	7	-----	7	7	7
Vitta	7	3	-----	7	7
Revive	7	3	5	-----	7

Fuente: elaboración propia.

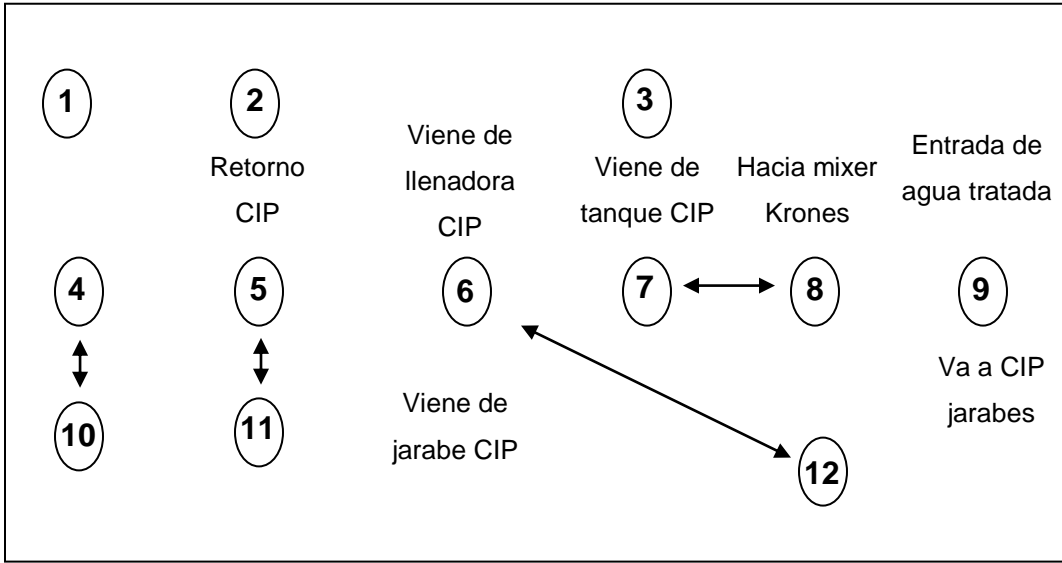
L = Lavado para eliminar (sólo se pasa agua sin ozono, para evitar que quede ozono).

5 = Cinco pasos (agua, exxelerate, agua, cloro, agua).

7 = Fin de semana (agua, soda, agua, exxelerate, agua, cloro, agua).

3 = tres pasos (agua, cloro, agua).

Figura 46. **Representación de la ruta de pasos para la limpieza de la línea de refrescos**



Fuente: Manual para sanitización de la línea de producción, 2009.

CONCLUSIONES

1. Cuando todos los miembros interesados en el proceso de producción se involucran, desde los altos mandos hasta la mano de obra directa e indirecta, la implementación del TPM se logra de manera efectiva, la comunicación es eficaz y la prosecución de las metas es sencilla.
2. Cuando los sistemas de control son sencillos de aplicar, logran la comprensión y la aplicación rápida de quienes los utilizan.
3. Si los sistemas de control están accesibles, tanto el que opera la maquinaria, como el que lleva el control estadístico podrán tomar decisiones inmediatas para enfrentar de manera segura cualquier imprevisto.
4. Los sistemas de control en cada etapa de la implementación del TPM permiten el monitoreo constante del camino recorrido así como de la corrección de fallas que pueden presentarse durante o después de que una fase se ha hecho efectiva.

RECOMENDACIONES

1. Debe hacerse una buena exposición del mantenimiento tipo TPM a todos los niveles dentro de la organización para que todos estén informados de manera efectiva antes de dar inicio a la implementación del mismo.
2. Involucrar todos los niveles jerárquicos de la organización durante la implementación y después de la misma para que el TPM sea efectivo.
3. Los grupos de trabajo deben ser homogéneos aún cuando estén conformados por miembros de distinta profesión, lo cual ayudará a tener una mejor visión de cada una de las fortalezas como de las debilidades en cada etapa.
4. Realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria aún cuando no lo requiera, esto ayudará a mantener la disciplina del personal y el estado de la maquinaria se conservará durante más tiempo.
5. Hacer limpieza cuando se realice el mantenimiento de la maquinaria, velando por la higiene tanto del personal como de la máquina y por lo tanto de la planta de producción en todas sus líneas.

BIBLIOGRAFÍA

1. BALDÍN, L. A.; FURLANETTO, A. Roversi; TURCO, F. *Manual de mantenimiento de instalaciones industriales*. Barcelona: Gustavo Gili, 1982. 388 p. ISBN: 84-252-1131-X
2. CRESPO MÁRQUEZ, Adolfo; MOREU DE LEÓN, Pedro; SÁNCHEZ HERGUEDAS, Antonio Jesús. *Ingeniería de mantenimiento. Técnicas y métodos de aplicación en la fase operativa de los equipos*. Madrid: AENOR, 2004. 450 p.
3. KUNIO, Shirose. *Análisis PM*. Madrid: Productivity Press, 1997. 186 p.
4. MONCHY, F. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. Barcelona: Masson, S.A., 1990. 367 p. ISBN: 84-311-0524-0
5. MUGABURU, Elola, Tejedor. *Gestión integral del mantenimiento*. Madrid: Marcombo, 1997. 116 p.
6. REY SACRISTAN, Francisco. *Hacia la excelencia en mantenimiento*. Madrid: TGP – Hoshin, S.L., 1996. 350 p.
7. SOURIS, Jean Paul. *Mantenimiento: fuente de beneficios*. Madrid: Díaz de Santos, 1992. 180 p. ISBN: 84-7978-021-5
8. TOKUTARO, Suzuki. *TPM en industrias de procesos*. Madrid: TGP – HOSHIN, 1995. 385 p.

