



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE MECÁNICA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE PRODUCCIÓN EN UNA  
EMPRESA FARMACÉUTICA

BILLY JO CHON

ASESORADO POR INGENIERA SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

GUATEMALA, JULIO 2005



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE PRODUCCIÓN EN UNA  
EMPRESA FARMACÉUTICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**BILLY JO CHON**

ASESORADO POR: INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO 2,005



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	-----
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial con fecha Mayo de 2004

---

Billy Jo Chon





## AGRADECIMIENTOS

A Dios	Por permitirme llegar a vivir este momento y por todo lo que me ha dado en la vida.
A mis padres	Willy Jo Chang y Yolanda Chon de Jo, por brindarme toda su ayuda incondicional y por la educación que me dieron.
A mis hermanos	Jenny, Katty y Jimmy, por el apoyo y el ánimo que me brindaron para alcanzar mis metas.
Ing. Roberto Castellanos	Por su amistad y valiosa colaboración en el asesoramiento de la realización de este trabajo.
Inga. Sigrid Calderón	Por su paciencia y valiosa ayuda en guíarme y asesorarme.
Señores Gilberto Murga y Edgar González	Por compartir conmigo toda la información y su valiosa experiencia.
Inga. Marcia Véliz	Por su colaboración en la revisión de este trabajo de graduación.

Y a todos aquellos que de una u otra manera ayudaron al desarrollo de este trabajo de graduación.



## DEDICATORIA

A Dios	Por ser centro de mi vida y darme las fuerzas para seguir siempre adelante.
A mis padres	Willy Jo Chang y Yolanda Chon de Jo, por todos los sacrificios que hicieron por mi para poder llegar a este momento.
A mis hermanos	Jenny, Katty y Jimmy por compartir mis momentos en la vida.
Departamento de Mantenimiento de Bayer S.A.	Para que este trabajo sea una contribución a la mejora continua de los procedimientos de mantenimiento preventivos de la empresa.

Y a todos aquellos que necesiten de este trabajo de graduación como material de consulta o estudio.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Identificación de la empresa.....	1
1.2. Historia.....	1
1.3. Visión y misión.....	2
1.4. Estructura organizacional.....	3
1.5. Productos que realiza la empresa.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Misión del mantenimiento.....	9
2.2. Funciones fundamentales de la administración del mantenimiento.....	9
2.3. Propósitos de la administración de mantenimiento.....	10
2.4. Beneficios de la administración del mantenimiento.....	10
2.5. Mantenimiento preventivo.....	10
2.6. Inspecciones del mantenimiento preventivo.....	13
2.7. Tecnologías de diagnóstico.....	13
2.7.1. Análisis de lubricantes.....	13
2.8. Capacitación en mantenimiento.....	14
3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....	15
3.1. Personal.....	15

3.2. Distribución de la maquinaria en el área de producción .....	16
3.2.1. Área efervescente .....	17
3.2.2. Área estándar .....	17
3.3. Maquinaria que se utiliza en las líneas de producción .....	17
3.3.1. Tableteadora .....	18
3.3.1.1. Partes básicas de una tableteadora .....	18
3.3.2. Selladora .....	25
3.3.2.1. Partes básicas de una selladora de <i>foil</i> de 4 capas.....	25
3.3.2.2. Partes básicas de una selladora de <i>blister</i> .....	37
3.4. Análisis de la ejecución del mantenimiento preventivo.....	47
3.4.1. Limpieza .....	48
3.4.2. Inspección .....	59
3.4.3. Lubricación .....	59
3.4.4. Reemplazo de partes .....	60
3.5. Análisis de la situación actual.....	60
3.5.1. Diagrama de pareto.....	61
3.5.2. Diagrama de ishikawa .....	67
4. PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	73
4.1. Criterios para definir las actividades y frecuencias del plan de mantenimiento preventivo .....	73
4.1.1. Partes críticas de la máquina .....	73
4.1.2. Puntos de lubricación .....	75
4.1.3. Costo-beneficio.....	78
4.2. Actividades y frecuencias que se deben realizar en el mantenimiento preventivo .....	79
4.2.1. Personal .....	79
4.2.2. Procedimientos.....	80
4.2.2.1. Línea de producción 1 .....	80
4.2.2.1.1. Diario .....	80

4.2.2.1.2. Semanal.....	82
4.2.2.1.3. Trimestral.....	87
4.2.2.1.4. Semestral.....	90
4.2.2.1.5. Anual.....	90
4.2.2.2. Línea de producción 4 .....	102
4.2.2.2.1. Diario .....	103
4.2.2.2.2. Semanal.....	104
4.2.2.2.3. Trimestral.....	106
4.2.2.2.4. Semestral.....	107
4.2.2.2.5. Anual.....	107
4.3. Índice de desempeño del mantenimiento preventivo .....	116
4.3.1. Índice de disponibilidad.....	117
4.3.2. Eficiencia .....	117
5. PROPUESTA DE UN MANUAL DE LUBRICANTES DE GRADO	
ALIMENTICIO.....	121
5.1. Proveedores de lubricantes grado alimenticio en el país.....	121
5.2. Lubricantes que ofrecen los proveedores .....	122
5.2.1. Aceite.....	123
5.2.2. Grasa .....	124
5.2.3. Tipo y especificaciones de los lubricantes .....	125
5.3. Comparación entre los distintos fabricantes de lubricantes .....	137
5.4. Recomendación de lubricantes grado alimenticio que deben utilizarse en las máquinas de producción. ....	141
CONCLUSIONES .....	142
RECOMENDACIONES.....	145
BIBLIOGRAFÍA.....	147





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Organigrama de la planta de producción .....	5
2	Área de producción.....	16
3	Guía de punzones .....	18
4	Matrices .....	19
5	Motor principal .....	19
6	Punzones.....	20
7	Rampa de elevación .....	21
8	Rodillo de pre-compresión .....	21
9	Rodillo de presión principal.....	22
10	Sistema de lubricación.....	22
11	Sistema hidráulico.....	23
12	Tablero de controles y volantes de ajuste.....	24
13	Tornamesa.....	24
14	Zapata de llenado .....	25
15	Apilador de sobres .....	26
16	Banda alimentadora.....	26
17	Cadenas de salida .....	27
18	Cadenas de transición .....	27
19	Cepillo ordenador .....	28
20	Clasificación del producto .....	29
21	Codificación .....	29
22	Contador de sobres .....	30

23	Cuchilla horizontal .....	30
24	Cuchillas verticales .....	31
25	Dosificador de tabletas .....	31
26	Fajas de transición .....	32
27	Fajas ordenadoras.....	32
28	Guías de dosificación .....	33
29	Sistema de tracción .....	33
30	Porta rollos de foil.....	34
31	Rodillos de sellado .....	34
32	Tablero de control.....	35
33	Tirado de foil.....	35
34	Transportador de tabletas .....	36
35	Zaranda .....	37
36	Bajada de alimentación .....	37
37	Cartonadora .....	38
38	Cámara de detección de producto.....	39
39	Cepillo ordenador .....	39
40	Codificado .....	40
40	Depósito de alimentación vibrador .....	75
41	Depósito de alimentación vibrador .....	40
42	Estación de corte.....	41
43	Estación de formado.....	42
44	Planchas de calentamiento .....	42
45	Porta bobina de material termo formable .....	43
46	Porta foil de aluminio .....	43
47	Rodillo de tracción .....	44
48	Rodillo sellador.....	44
49	Tolva de prealimentación .....	45
50	Transferencia y apilado de blister.....	46

51	Transportador de tabletas.....	46
52	Unidad de refrigeración.....	47
53	Zaranda .....	47
54	Formato de tareas diaria actual tableteadora línea 1.....	51
55	Formato de tareas diaria actual selladora línea 1 .....	52
56	Formato de tareas semanal actual tableteadora línea 1 .....	53
57	Formato de tareas semanal actual selladora línea 1 .....	54
58	Formato de tareas diaria actual tableteadora línea 4.....	55
59	Formato de tareas diaria actual selladora línea 4 .....	56
60	Formato de tareas semanal actual tableteadora línea 4 .....	57
61	Formato de tareas semanal actual selladora línea 4 .....	58
62	Diagrama de Pareto línea de producción 1.....	64
63	Diagrama de Pareto línea de producción 4.....	66
64	Diagrama de Ishikawa línea de producción 1 .....	68
65	Diagrama de Ishikawa línea de producción 4 .....	70
66	Puntos de lubricación tableteadora línea 1 .....	76
67	Puntos de lubricación selladora línea 1 .....	76
68	Puntos de lubricación tableteadora línea 4 .....	77
69	Puntos de lubricación selladora línea 4 .....	77
70	Formato de tareas diaria y semanal propuesto tableteadora línea 1 .....	94
71	Formato de tareas diaria y semanal propuesto selladora línea 1 .....	95
72	Formato de calibración de volantes Grupo M .....	97
73	Formato de tareas trimestral propuesto línea de producción 1.....	98
74	Formato de tareas anual propuesto línea de producción 1.....	100
75	Formato de tareas diaria y semanal propuesto tableteadora línea 4 .....	110
76	Formato de tareas diaria y semanal propuesto selladora línea 4 ...	111
77	Formato de tareas trimestral propuesto línea de producción 4.....	112

78	Formato de tareas anual propuesto línea de producción 4 .....	114
----	---	-----

## TABLAS

I.	Productos que realiza la empresa .....	6
II.	Tiempo por paro según el área en la línea de producción 1 .....	63
III.	Tiempo por paro según el área en la línea de producción 4 .....	65
IV.	Proveedores de lubricantes grado alimenticio en el país .....	122
V.	Aceites grado alimenticio que ofrecen las empresas.....	123
VI.	Grasas grado alimenticio que ofrecen las empresas.....	124
VII.	Especificaciones de aceites lubricantes grado alimenticio que ofrecen las empresas .....	128
VIII.	Especificaciones de grasas lubricantes grado alimenticio que ofrecen las empresas .....	134
IX.	Características de lubricantes recomendados para las máquinas de producción. ....	141
X.	Lugar y frecuencia de lubricación en las máquinas de producción .	142

## GLOSARIO

<b>Bitácora</b>	Hoja donde el personal de la línea registra la fecha y hora de las actividades que realizan en la línea de producción.
<b>Blister</b>	Forma de empaque en donde el producto está contenido dentro de una ampolla.
<b>Buenas prácticas de manufactura</b>	Son normas que ayuda a asegurar que los productos sean elaborados y controlados constantemente por estándares de calidad.
<b>Cojinete</b>	Pieza o conjunto de piezas en que se apoya y gira el eje de un mecanismo. Es utilizado para reducir la fricción entre componentes dinámicos y estáticos de la máquina.
<b>Contaminación cruzada</b>	Es la transferencia de ingredientes o compuestos de un producto a otro producto.
<b>Corrosión</b>	Desgaste total o parcial que disuelve o ablanda cualquier sustancia por reacción química o electroquímica con el medio ambiente, como el aire o el agua salada sobre los metales.

<b>Cromatografía</b>	Técnica de análisis químico utilizada para separar sustancias puras de mezclas complejas. Cada componente de la mezcla queda marcada por colores.
<b>Demulsibilidad</b>	Término utilizado para describir la capacidad de un aceite para desprenderse del agua.
<b>Espectrofotómetro</b>	Instrumento que generan, analizan y registran espectros. Se basa en que cada elemento químico tiene su espectro característico.
<b>FDA</b>	<i>U.S. Food and Drug Administration</i> , Administración de alimentos y drogas de los Estados Unidos. Institución responsable de proteger la salud pública asegurándose de la eficiencia y seguridad de drogas para consumo humano y animal, productos biológicos, dispositivos médicos, cosméticos y productos que emitan radiación.
<b>Foil</b>	Papel de aluminio utilizado para empacar el producto.
<b>Hidráulico</b>	Dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite. Su fundamento es el principio de Pascal que establece que la presión aplicada en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad a cada punto del mismo.

<b>Inhibidor de oxidación</b>	Aditivo que evita o retarda la oxidación de un lubricante, lo cual reduce la formación de depósitos y ácidos.
<b>Instrumentista</b>	Persona responsable de la calibración de los instrumentos de precisión de las máquinas o aparatos.
<b>ISO</b>	<i>International Standards Organization</i> , organización internacional de estándares, organización no gubernamental conformada por una red de instituciones nacionales de normas de 146 países. Su función es establecer normas de aplicación internacional.
<b>NLGI</b>	<i>National Lubricating Grease Institute</i> , Instituto Nacional de Grasas Lubricantes, promueve la investigación y prueba para el desarrollo de mejores grasas lubricantes y mejores servicios de ingeniería para la lubricación de grasas
<b>NSF</b>	<i>National Sanitary Foundation</i> , Fundación Sanitaria Nacional, organización independiente no lucrativa encomendada a la salud pública, seguridad y protección del ambiente. Ha evolucionado para suceder al departamento de agricultura de los estados unidos.

<b>OTC</b>	<i>Over the Counter</i> , sobre el mostrador. Término aplicado a productos farmacéuticos que pueden ser adquiridos sin prescripción médica.
<b>Parafínico</b>	Tipo de petróleo que está compuesto por moléculas en las que el número de átomos de hidrógeno es siempre superior en dos unidades al doble del número de átomos de carbono.
<b>Rutinario</b>	Secuencia invariable de instrucciones que forma parte de un programa y se puede utilizar, repetidamente.
<b>Sintético</b>	Producto obtenido por procedimientos industriales, generalmente una síntesis química que reproduce la composición y propiedades de algunos cuerpos naturales.
<b>Sistemático</b>	Que sigue o se ajusta a un conjunto de cosas que relacionadas entre sí, ordenadamente, contribuyen a determinado objeto.
<b><i>Sprocket</i></b>	Rueda o corona dentada que da movimiento a una cadena.
<b>Termo formable</b>	Material que se altera, fácilmente, por la acción del calor.



**Troquel**

Instrumento o máquina con bordes cortantes para recortar con precisión planchas, cartones, cueros, etc.

**USDA**

*United States Department of Agriculture.* Departamento de agricultura de los estados unidos. Es considerada una autoridad internacional renombrada en asuntos de seguridad para el consumidor con respecto a la industria procesadora de alimento. Creó la designación de categorías para los lubricantes grado alimenticio y aprueba la formulación de los mismos con ingredientes permitidos.



## RESUMEN

En este informe de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) que se realizó en la empresa Bayer S.A. contiene el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo, específicamente, para las máquinas que se encuentran en las líneas principales de producción que éstas son para la elaboración y empaque de tabletas.

Para realizar el plan de mantenimiento preventivo, primero se estudian y analizan las máquinas, sus partes y su funcionamiento. Después se hizo un análisis respecto de los problemas más significativos en la línea de producción y sobre las partes críticas de la máquina que requieren mayor atención. Se tomaron como los problemas más significativos aquellos que originan mayor tiempo de paro en la línea de producción y se tomaron como partes críticas aquellas partes que son vitales para el funcionamiento de la máquina y que el repuesto de la parte no se puede conseguir, inmediatamente.

Para que el plan de mantenimiento preventivo fuera sistemático y rutinario, se establecieron las actividades que se tienen que realizar en cada frecuencia de mantenimiento, ya sea diario, semanal, trimestral o anual. Las actividades fueron establecidas con respecto a las necesidades de las máquinas y con las normas de buenas prácticas de manufactura que exige la empresa para que el producto se elabore en las condiciones óptimas.

En este informe, también, se trató de profundizar el tema de lubricantes grado alimenticio, ya que, la lubricación es importante para la preservación y correcto funcionamiento de la máquina y, además, es un tema que no se ha

dado a conocer a la mayoría, sobre todo, cuando se trata de industrias que se dedican a la elaboración de productos para consumo humano. Se realizó una investigación respecto de los lubricantes recomendados para las máquinas de producción, las empresas que distribuyen lubricantes grado alimenticio en el país y los lubricantes que podría adecuarse a la lubricación de las máquinas de producción.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

1. Diseñar y establecer un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas que se encuentran en las líneas principales de producción, para que se realice de forma sistemática y rutinaria. De esta manera mejorar la calidad de servicio que se le brinda a las máquinas y que éstas funcionen de una forma óptima con mayor confiabilidad y disponibilidad.

### **ESPECÍFICOS**

1. Elaborar un plan sistemático y rutinario escrito sobre el mantenimiento preventivo según la frecuencia de tiempo, para que el personal pueda realizarlo de la manera más eficiente posible.
2. Definir claramente las actividades que se tienen que realizar en las partes de las máquinas para que el personal de mantenimiento conozca qué se debe realizar en cada mantenimiento preventivo.
3. Capacitar al personal de mantenimiento sobre la realización sistemática y rutinaria del mantenimiento preventivo para mejorar el desempeño del personal y de las máquinas.

4. Crear una cultura empresarial que brinde apoyo y seguimiento al mantenimiento preventivo de las máquina de producción por medio de un procedimiento escrito.
5. Crear un documento escrito que sirva como guía al personal de mantenimiento para realizar su trabajo de una forma eficiente y que además funcione como material de inducción para personal de nuevo ingreso.
6. Capacitar al personal de mantenimiento sobre los lubricantes grado alimenticio que se deben utilizar en las máquinas de producción con el fin de emplear los lubricantes adecuados en las máquinas y cumplir con las buenas prácticas de manufactura.
7. Elaborar un documento de consulta sobre lubricantes grado alimenticio para tener un material de referencia y formar criterio para seleccionar lubricantes grado alimenticio para las máquinas de producción.

## INTRODUCCIÓN

La cultura en las industrias del país se le da poco énfasis al mantenimiento preventivo de las máquinas debido a que el dinero invertido en el mantenimiento no se refleja directamente en los ingresos de la empresa, pero influye grandemente en el desempeño y prolongación de las máquinas que son las que generan los ingresos para la empresa.

El mantenimiento preventivo consiste en la planeación sistemática y rutinaria de inspección, lubricación, ajustes menores y reemplazo de partes en la máquina con el fin de evitar daños mayores e indisponibilidad de la misma.

Tratándose especialmente de una industria farmacéutica donde las exigencias de las buenas prácticas de manufactura son muy altas debido a que, además de elaborar productos que son para el consumo humano es para el beneficio de la salud, el mantenimiento preventivo debe de realizarse cumpliendo estas normas. De nada sirve que las máquinas estén en sus óptimas condiciones si el producto que se elabora en ellas está contaminado.

El proyecto que se presenta es una propuesta para la empresa Bayer S.A. sobre la implementación de un plan de mantenimiento preventivo sistemático y rutinario para las máquinas de las líneas principales de producción, y de esta manera aportar a la empresa un mejor desarrollo del mantenimiento preventivo de una forma más controlada y organizada y no de una forma empírica como se esta realizando.

Con la implementación de un procedimiento escrito en donde se especifique detalladamente las actividades que tiene que realizarse en cada mantenimiento preventivo, se puede controlar y desarrollar más eficientemente y además sirve de orientación para el personal de mantenimiento que va realizar el trabajo.

La capacitación del personal es importante para el correcto desempeño de las tareas que realizan. Por lo que conjuntamente a la realización de este proyecto se dio una capacitación al personal sobre lubricantes grado alimenticio. Debido a que el producto que elabora Bayer S.A. es para consumo humano, el lubricante que se debe utilizar en la maquinaria de este tipo de industria debe ser no tóxico para el ser humano, por si fuera posible algún contacto del producto con el lubricante.

En el capítulo 1 se describe a la empresa con su historia, la forma en que está estructurada, a qué se dedica y los productos que elabora. En el capítulo 2 reúne toda la información referente a mantenimiento preventivo encontrada en diferentes fuentes, que es de utilidad para el concepto y desarrollo del proyecto. En el capítulo 3 se hace un estudio y análisis de las máquinas y de la forma en que se realiza actualmente el mantenimiento preventivo en la empresa. En el capítulo 4 se desarrolla el plan de mantenimiento propuesto. En el capítulo 5 se propone un manual de lubricantes grado alimenticio donde recopila información de lubricantes que se pueden adquirir en el país, empresas que lo distribuyen, especificaciones de los lubricantes y lubricantes recomendados para las máquinas de producción.



# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

Antes de diseñar un proyecto se tiene que conocer el lugar o la empresa donde se va realizar el proyecto, con el objetivo de comprender la forma de operación, la estructura funcional y los objetivos; dándole una mejor aplicación al proyecto. Este capítulo describe la de la empresa Bayer S.A., su historia, su misión y visión, su estructura organizacional y su dedicación.

## **1.1. Identificación de la empresa**

En la planta de Bayer S.A. en Guatemala se fabrican productos farmacéuticos sólidos orales de venta libre, para consumo humano. La planta está diseñada de acuerdo a las normas internacionales y a las Buenas Prácticas de Manufactura. Cuenta con la colaboración de 147 personas, las cuales 20 son del personal administrativo y 127 son del personal operativo.

## **1.2. Historia**

Por más de medio siglo Bayer ha estado presente en la región de Centroamérica y El Caribe, ofreciendo productos y servicios de calidad, que abarcan los campos de la salud, la alimentación, los productos químicos especiales y los plásticos. En sus actividades de base, apuesta por el liderazgo tecnológico. La capacidad técnica y económica de la empresa está ligada a la responsabilidad de trabajar en pro del ser humano y de prestar una contribución a un desarrollo sostenible.

Guatemala es la sede de la Presidencia y Gerencia General para la región de Centroamérica y El Caribe desde 1987. Actualmente tiene cerca de 500 colaboradores y es además la sede regional de Bayer CropScience, Productos Industriales y *Consumer Care*.

En 1915, Kaltwasser & Compañía, Ltda., contaba en Guatemala con la representación de los productos colorantes de Bayer. En 1962, Bayer inicia las gestiones para fundar la empresa propia, la cual se establece en 1963 como Bayer de Guatemala, S. A. En ese año, se adquirió un área en el municipio de Amatitlán en el departamento de Guatemala, para la construcción de la planta formuladora de productos agroquímicos, desde la cual se produce un 70% de los productos comercializados.

En 1964, se fundó una segunda empresa: Bayer Farmacéutica Ltda., dedicada a la distribución de la línea de productos de prescripción médica.

La planta de Producción de la División *Consumer Care* en el Km. 14.5 de la carretera Roosevelt en la ciudad de Guatemala, cuenta con un área de 10,365 mts<sup>2</sup>, destinado a las oficinas administrativas de Bayer, las que se inauguraron en el 2000. La moderna construcción a la que se le destinó una inversión de 3 millones 500 mil dólares, ocupa un área total de 3 mil 500 mts<sup>2</sup> y 2 mil 700 mts<sup>2</sup> de área para oficinas.

### **1.3. Visión y misión**

La misión de Bayer es: “Transmitir futuras perspectivas, estrategias y valores, proveer orientación y realzar la unión de las personas, promover la identificación con la compañía, motivar el personal , fomentar la confianza en el futuro de Bayer, crear transparencia, hacer notable la buena voluntad para

aceptar la responsabilidad social y resaltar la singularidad de Bayer “ (Wenning, 2004)

La visión de Bayer *Consumer Care* es: “Ser reconocidos por los centroamericanos y dominicanos como la compañía de productos OTC más confiable, con la mayor tasa de crecimiento en el mercado y un nivel de ganancias superior a los estándares de la industria.” (Wenning, 2004)

#### **1.4. Estructura organizacional**

Bayer S. A. en Guatemala está organizada en dos divisiones:

a) División *HealthCare*

- ◆ *Consumer Care*
- ◆ Farmacéutica
- ◆ Veterinaria

b) División *Cropscience*

◆ **División *Consumer Care* (CC)**

La División *Consumer Care* es la encargada de la producción, mercadeo, distribución y venta de los productos farmacéuticos de automedicación llamados también de *Venta Libre*.

La División se destaca por su constante innovación a través del desarrollo de nuevos productos; innovaciones que satisfacen necesidades del consumidor como resultado de extensos estudios de mercado. En Guatemala existe una planta de producción de la División *Consumer Care*.

#### ◆ **Planta de producción de productos farmacéuticos OTC**

Este departamento tiene como función principal la producción de los productos farmacéuticos OTC (Productos efervescentes y Tabletas estándar), está bajo la dirección de la Gerencia de Planta, y está dividido en los siguientes departamentos:

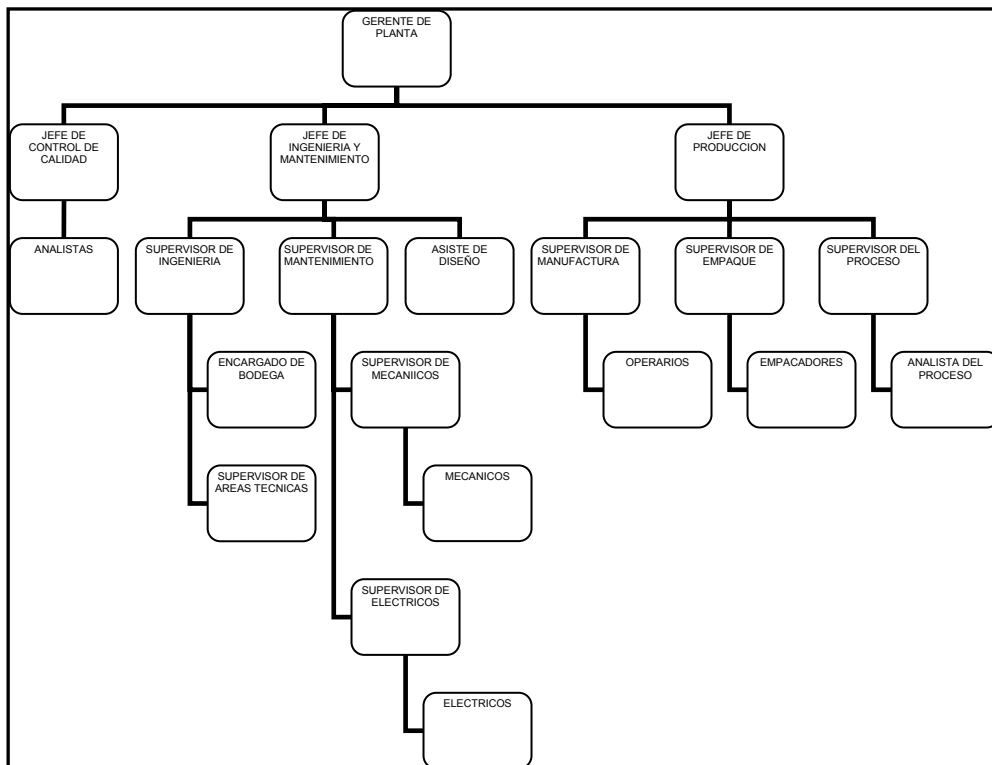
- ◆ **Producción:** en este departamento se llevan a cabo los procesos para la elaboración de los productos.
- ◆ **Control de calidad:** en este departamento se realizan los ensayos de control de calidad, para garantizar la calidad de los productos.
- ◆ **Ingeniería y mantenimiento:** en el departamento de ingeniería es donde se diseña y programa la remodelación de las áreas e instalación de los equipos para que la planta de producción funcione en óptimas condiciones. El departamento de mantenimiento se encarga que las máquinas de producción funcionen adecuadamente para la producción, aquí es donde se planifica y ejecuta las actividades de mantenimiento preventivo para las máquinas de producción de la empresa.
- ◆ **Bodegas:** aquí se almacenan las materias primas, productos terminados y materiales de empaque.

El clima organizacional que se maneja en la planta de la empresa es bastante agradable con los empleados. Bayer S.A. busca que los empleados se sientan identificados con la empresa, además se les ofrece un incentivo económico y recreativo para que desempeñen sus labores de forma motivada.

La rotación del personal es baja, Bayer S.A trata de mantener el personal para mejorar las cualidades y conocimiento que cada uno desempeña en su puesto. Dentro de la empresa existe el compañerismo y el trabajo en equipo para lograr un objetivo común. La cultura organizacional se basa en estrictos reglamentos y procedimientos de buenas practicas de manufactura, de control de calidad, de mediciones de desempeño y de comportamiento. La toma de decisiones se realiza entre dos niveles jerárquicos inmediatos, pero cuando las decisiones son de mayor importancia que pueden afectar el bien común de la empresa se toman las decisiones en conjunto con niveles jerárquicos mas altos.

A continuación se presenta el organigrama de la planta de producción de la empresa.

**Figura 1. Organigrama de la planta de producción.**



## 1.5. Productos que elabora la empresa

A continuación en la tabla I se describen los productos que elabora la empresa.

**Tabla I. Productos que realiza la empresa**

<b>PRODUCTO</b>	<b>PRESENTACIONES</b>
Alka-AD®	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caja con 12 tabletas</li><li>• Caja con 36 tabletas</li></ul>
Alka-Gastric®	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caja con 12 tabletas</li><li>• Caja con 36 tabletas</li></ul>
Alka-H2®	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caja con 12 tabletas</li><li>• Caja con 60 tabletas</li></ul>
Alka-Seltzer®	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caja con 12 tabletas.</li><li>• Caja con 60 tabletas</li></ul>
Aspirina® (para niños)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caja con 20 tabletas.</li><li>• Caja con 100 tabletas</li><li>• Caja con 200 tabletas</li><li>• Caja con 1000 tabletas</li></ul>
Aspirina®	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caja con 20 tabletas</li><li>• Caja con 100 tabletas</li><li>• Caja con 200 tabletas</li><li>• Caja con 1000 tabletas</li></ul>
Baytalcid®	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caja con 12 tabletas masticables</li><li>• Caja con 60 tabletas masticables</li></ul>
Canesten® V	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caja con 3 unidades</li></ul>
Dorival®	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caja con 12 grageas</li><li>• Caja con 60 grageas</li></ul>

**Continuación tabla I.**

Focus®	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 20 tabletas</li> <li>• Caja con 60 tabletas</li> </ul>
Focus® para Niños	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 12 tabletas masticables</li> <li>• Caja con 60 tabletas masticables</li> </ul>
Nervessa®	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 10 tabletas</li> <li>• Caja con 50 tabletas</li> </ul>
One a Day Los Picapiedra®	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frasco con 30 tabletas</li> </ul>
One a Day Los Picapiedra® Más Hierro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frasco con 30 tabletas</li> </ul>
One a Day Los Picapiedra® Extra C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frasco con 30 tabletas</li> </ul>
Tabcin® Formula Mejorada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 12 tabletas.</li> <li>• Caja con 72 tabletas</li> </ul>
Tabcin® Niños	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 12 tabletas</li> <li>• Caja con 60 tabletas</li> </ul>
Tabcin-Active® Liquid-Gels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 12 unidades</li> <li>• Caja con 60 unidades</li> </ul>
Tabcin-EF® Extra Fuerte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 12 tabletas</li> <li>• Caja con 60 tabletas</li> </ul>
Tabcin-GT® Gripe y tos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 12 tabletas</li> <li>• Caja con 60 tabletas</li> </ul>
Tabcin-pm® Acción Nocturna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 12 tabletas</li> <li>• Caja con 60 tabletas</li> </ul>
Tabcin-t® Liquid-Gels Gripe y tos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 12 unidades</li> <li>• Caja con 60 unidades</li> </ul>
Viteen C®	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con 12 tabletas</li> <li>• Caja con 60 tabletas</li> </ul>





## **2. MARCO TEÓRICO**

Por medio de la recopilación bibliográfica se busca información escrita con anterioridad que sea útil para el desarrollo del proyecto. Este capítulo reúne información de fuentes bibliográficas que es de utilidad para comprender y desarrollar el proyecto.

### **2.1. Misión del mantenimiento**

El mantenimiento tiene como misión principal maximizar la disponibilidad del equipo, preservar el capital prolongando la vida útil y aumentar la confiabilidad de uso.

### **2.2. Funciones fundamentales de la administración del mantenimiento**

Para realizar con éxito un mantenimiento se necesita de ciertas funciones básicas que son: la organización, identificación del trabajo, control del trabajo, planeación del trabajo, programación del trabajo, ejecución del trabajo y valoración del trabajo.

Además de las funciones anteriores, para que un mantenimiento sea efectivo requiere de un sistema formal de administración de mantenimiento y depende bastante de la actitud y capacidad administrativa de los ingenieros de la planta y de los gerentes de mantenimiento.

### **2.3. Propósitos de la administración de mantenimiento**

Los propósitos de la administración de mantenimiento son las siguientes:

- ◆ Evitar que el equipo falle en tiempo productivo por medio de un programa de mantenimiento.
- ◆ Controlar de una manera efectiva los recursos que se necesiten para realizar el mantenimiento.
- ◆ Realizar un mantenimiento eficiente a las máquinas.
- ◆ Recolectar información útil detallada para identificar las áreas que requieran atención.
- ◆ Ejecutar una acción correctiva pro activa antes que suceda la falla.

### **2.4. Beneficios de la administración del mantenimiento**

Con una exitosa administración de mantenimiento se pueden lograr los siguientes beneficios:

- ◆ Mejora la confiabilidad y la disponibilidad de las máquinas.
- ◆ Proporciona un ambiente de seguridad para las personas.
- ◆ Incrementa la productividad del personal de mantenimiento.
- ◆ Utiliza las máquinas hasta su máxima expectativa de vida.
- ◆ Se obtiene datos para implementar mejoras en las máquinas.

### **2.5. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es la inspección, lubricación, ajustes menores y reparaciones menores de la maquinaria (Rosaler, 2001)

El mantenimiento preventivo consiste en la planeación sistemática, programación y terminación a tiempo del trabajo de mantenimiento necesario que se diseña para garantizar la mayor disponibilidad de equipo e instalaciones y prolongar la vida útil de los activos de capital. Este trabajo abarca inspección, limpieza, lubricación, reemplazo y reparación y se programa por año para realizarse a intervalos planeados regulares. (Hodson, 2001)

Para elaborar un plan de mantenimiento preventivo, se debe establecer ciertos factores: el contenido del trabajo, la descripción de las operaciones por hacer, la secuencia de éstas, la frecuencia, la cantidad de horas normales o de máquina entre las repeticiones del trabajo, la programación, los días elegidos para que se realice el trabajo.

Para asignar un mantenimiento preventivo a un equipo se debe establecer lo siguiente:

1. Escoger un equipo que sea crítico para la operación de la planta y que esté sometido a un alto grado de actividad de mantenimiento.
2. Definir en detalle el mantenimiento preventivo que se requiera empezando con las rutinas de inspección preventiva.
3. Establecer la frecuencia de repetición de la asignación.
4. Preparar la asignación de mantenimiento preventivo.
5. Programar anualmente la asignación de mantenimiento preventivo.

Cuando se identifique el equipo que se le quiere dar mantenimiento preventivo se debe considerar otros factores como:

- ◆ La magnitud de la falla podría arriesgar la vida de las personas.
- ◆ Se cuenta con equipo de repuesto en caso que suceda una falla.

- ◆ El paro del equipo afecta gravemente en los planes de producción.
- ◆ Es más barato realizar el mantenimiento preventivo que reparar el equipo cuando falle.
- ◆ La probabilidad que pueda fallar el equipo sin un mantenimiento preventivo.
- ◆ El equipo puede ser obsoleto antes que su descomposición.

Se debe realizar un inventario detallado, actualizado y completo del equipo. Es importante registrar datos básicos como la fecha de adquisición, el valor, el modelo, número de serie, clasificación, descripción, ubicación, datos del fabricante, tamaño y capacidades.

Después de realizarse un inventario detallado del equipo, se debe elaborar un listado de verificación de mantenimiento preventivo. Estas listas son instrucciones detalladas que se deben realizar en el mantenimiento preventivo. El objetivo de estas listas de verificación es dar a conocer las actividades que se deben realizar y los componentes de las máquinas que necesitan de atención.

Una vez creadas las listas de verificación se debe planear la frecuencia en que tienen que ser ejecutadas. Se debe tomar en cuenta el tiempo estimado para realizar las actividades, y deberá ser suficiente para completar todas las actividades y no debe exceder el límite definido de tiempo.

Cumpliendo con los lineamientos mencionados anteriormente se puede crear el plan de mantenimiento preventivo. Se recomienda equilibrar la carga de trabajo en tiempos más oportunos y programar primero las actividades diarias, luego las semanales y así sucesivamente hasta programar todas las actividades de mantenimiento preventivo.

## **2.6. Inspecciones del mantenimiento preventivo**

Para identificar el trabajo que se tiene que realizar en el mantenimiento preventivo se debe hacer una inspección formal planeada. Las inspecciones tienen que ser planeadas, programadas y ejecutas de forma sistemática por personal calificado técnicamente que esté relacionado con el equipo, que conozca y comprenda las normas de mantenimiento que operan de acuerdo con un programa formal.

## **2.7. Tecnologías de diagnóstico**

Anteriormente para evaluar la condición del equipo, el personal de mantenimiento utilizaba sus sentidos y su instinto, el problema de los sentidos humanos es la subjetividad, la interpretación y el tiempo disponible para reaccionar. Ahora con el desarrollo de las tecnologías de diagnóstico se puede tener una evaluación más precisa, clara y rápida.

### **2.7.1. Análisis de lubricantes**

Existen varias técnicas para determinar los componentes del aceite de las máquinas y determinar elementos extraños en él.

La ferrografía y la detección de virutas magnéticas determinan el tipo y grado de desgaste y ayuda a señalar el componente específico que se está desgastando.

El análisis espectrofotómetro del aceite mide la cantidad y presencia de contaminantes mediante el espectrómetro de emisión atómica u absorción. Además de detectar partículas ferrosas también detecta otros elementos

metálicos y no metálicos. Es útil para detectar cuando esta comenzando la falla ya que las partículas de desgaste son pequeñas.

La cromatografía mide los cambios en las propiedades de los lubricantes, como viscosidad, punto de inflamación, pH, contenido de agua y parte insoluble, mediante la adsorción y análisis selectivos.

## **2.8. Capacitación en mantenimiento**

Para mantener funcionando las máquinas en los niveles deseados se tienen que realizar las actividades de mantenimiento y para ello es necesario que el personal de mantenimiento adquiera los conocimientos y las habilidades requeridas para poder desarrollar con eficiencia el trabajo.

Un programa de capacitación es muy importante porque:

- ◆ Califica al personal de mantenimiento como trabajadores experimentados.
- ◆ Las máquinas reciben un mantenimiento profesional y eficiente.
- ◆ Fomenta la flexibilidad, estabilidad y eficiencia del mantenimiento.
- ◆ Crea las bases para las actitudes y desempeños.
- ◆ Motiva al personal a superarse.

### **3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

Para plantear la solución a un problema, primero se tiene que conocer el problema a fondo y las causas. Este capítulo describe la distribución actual de las máquinas en el área de producción, las máquinas que utiliza la empresa, la forma en que se realiza el mantenimiento preventivo. Además se presenta un análisis de los problemas en las máquinas mediante los diagramas de Pareto y de Ishikawa.

#### **3.1. Personal**

El personal de mantenimiento lo conforman 14 personas que se encargan de realizar y planificar las actividades involucradas con el mantenimiento de las máquinas de producción y se distribuyen de la siguiente manera:

- 1 Jefe del departamento
- 1 Supervisor de mantenimiento
- 2 Supervisores de mecánicos
- 1 Supervisor de eléctricos
- 4 Mecánicos en el área de efervescentes
- 2 Mecánicos en el área estándar
- 2 Electricistas
- 1 Instrumentista

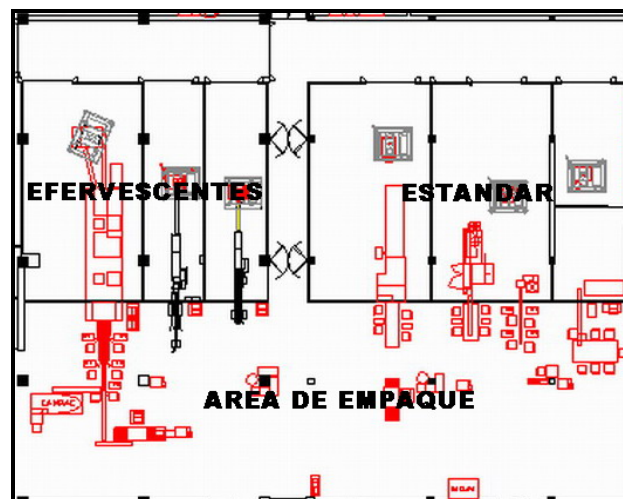
Los mecánicos y los electricistas se dividen en dos turnos de trabajo, el horario de primer turno es de las 6:00 horas a las 15:00 horas y el del segundo

turno es de las 11:00 horas a las 19:30 horas. Cada turno comprende de 1 supervisor de mecánicos, 2 mecánicos en el área efervescente, 1 mecánico en el área estándar y 1 electricista. Los turnos se rotan semanalmente, el segundo turno es el encargado de realizar la limpieza diaria de las máquinas y de la limpieza semanal. Para los trabajos de mantenimiento preventivo trimestrales y anuales todo el personal de mantenimiento trabajan conjuntamente con ayuda de personal de producción.

### 3.2. Distribución de la maquinaria en el área de producción

En la figura 2 se muestra la forma en que está dividida el área de producción y en la forma en que se encuentra distribuidas las máquinas. El área de producción está dividida en 6 gabinetes o cubículos. Tres gabinetes pertenecen al área de efervescentes y los otros tres pertenecen al área estándar o de los productos no efervescentes. Los parámetros de temperatura y humedad del ambiente dentro de cada gabinete son controlados cuidadosamente, ya que por el tipo de producto se exige que se elabore en las óptimas condiciones.

**Figura 2. Área de producción.**





### **3.2.1. Área efervescente**

En esta área se elaboran los productos efervescentes. Dentro de cada cubículo o gabinete se localiza una línea de producción, compuesta de una máquina tableteadora y una máquina selladora de foil de 4 capas. La línea principal en esta área es la línea 1 por la alta capacidad de producción.

### **3.2.2. Área estándar**

En esta área se elaboran los productos no efervescentes. En el gabinete 4 se encuentra una línea de producción compuesta de una máquina tableteadora y una máquina selladora de blister. En el gabinete 5 se localiza una máquina selladora de blister y una máquina selladora de foil de 4 capas colocadas paralelamente, dependiendo de lo que se produce en la máquina tableteadora del gabinete 6, se empaca el producto en el gabinete 5. El gabinete 6 está dividido en dos secciones, en una sección se encuentra una máquina tableteadora y la otra sección es utilizada para empacar manualmente producto en frascos plásticos. La producción en los gabinetes 5 y 6 es intermitente. La línea principal de esta área es la línea 4 por la alta capacidad de producción.

### **3.3. Maquinaria que se utiliza en las líneas de producción**

La mayoría de la maquinaria que se utiliza en las líneas de producción de Bayer S.A. es de procedencia europea con una edad promedio de 12 años. Las máquinas de producción son tableteadoras, selladoras de foil de 4 capas y selladoras de blister. Para diseñar un plan de mantenimiento preventivo primero se tiene que conocer a fondo la máquina a la cual se va aplicar.

### 3.3.1. Tableteadora

Llamada también máquina de comprimidos, es una máquina diseñada y fabricada especialmente para comprimir el polvo de un producto que se quiere elaborar en forma de tableta. Las tableteadoras son las principales máquinas de producción en la planta de Bayer S.A.

#### 3.3.1.1. Partes básicas de una tableteadora

- ◆ **Guía de punzones:** lugar donde se apoyan y deslizan las cabezas de los punzones superiores, su función es dar el movimiento vertical a los punzones superiores. Esta parte no presenta problemática para la empresa si se lubrica y trata adecuadamente. A continuación se muestra en la figura la guía de punzones que utiliza las tableteadoras de la empresa.

**Figura 3. Guía de punzones.**



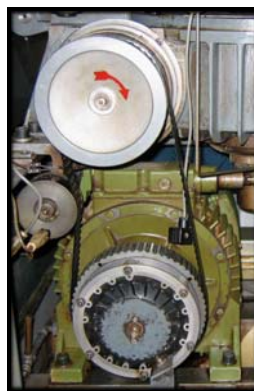
- ◆ **Matrices:** cavidades en donde se deposita y comprime el polvo de materia prima, además proporciona la forma perimetral de la tableta. No representa problemática para la empresa si se manipula y acopla con cuidado, ya que son partes de mucha precisión. A continuación se muestra en la figura las matrices que utilizan las tableteadoras de la empresa.

**Figura 4. Matrices.**



- ◆ **Motor principal:** motor eléctrico situado en la parte inferior de la máquina, genera la potencia necesaria para mover el eje central de la máquina por medio de un mecanismo de tornillo sinfín y corona. Los eléctricos de la empresa, se encargan de darle el mantenimiento a esta parte. Esta parte no ha presentado problemas significativos, pero se requiere de una constante inspección, ya que es parte vital de las tableteadoras de la empresa. A continuación se muestra en la figura el motor de una tableteadora de la empresa.

**Figura 5. Motor principal**



- ◆ **Punzones:** herramientas sometidas a la presión de los rodillos y comprimen el polvo para formar la tableta, además de comprimir, le dan la forma a las caras de la tableta. En los punzones se colocan

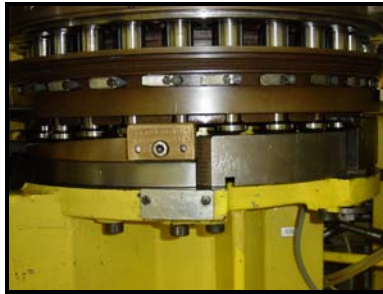
retenedores, para que el lubricante no tenga un contacto con el producto. En Bayer S.A. se le da mucho cuidado al manejo y limpieza de estas partes ya que son elaboradas con mucha precisión y tienen contacto directo con el producto. Los punzones son partes críticas de la tableteadora debido a que no se pueden conseguir el país. El problema que presentan los punzones en la empresa es la frecuencia de reemplazo debido a que no se lleva un historial o registros de las unidades producidas o del tiempo de uso. A continuación se muestra en la figura los punzones que se utilizan en Bayer S.A.

**Figura 6. Punzones**



- ◆ **Rampa de elevación:** lugar donde se apoyan y deslizan las cabezas de los punzones inferiores, su función es dar el movimiento vertical a los punzones inferiores. En Bayer S.A. el problema que se da con esta parte es el desgaste, por lo que se tiene que controlar que exista rampas de elevación de repuesto. A continuación se muestra en la figura la rampa de elevación que utiliza las tableteadoras en la empresa.

**Figura 7. Rampa de elevación.**



- ◆ **Rodillo de pre-compresión:** su función es de desairear y acomodar el polvo antes de la presión principal. Las tableteadoras que utiliza Bayer S.A. poseen este rodillo para una mejor compresión de las tabletas. A continuación se muestra en la figura el rodillo de pre-compresión que tienen las tableteadoras de la empresa.

**Figura 8. Rodillo de pre-compresión.**



- ◆ **Rodillo de presión principal:** rodillo de mayor diámetro que el rodillo de pre-compresión su función es comprimir el polvo a los parámetros ajustados que requiere la tableta. Aunque posee un sistema hidráulico de seguridad, esta parte requiere de un mayor cuidado en el ajuste para que la presión que ejerce sobre el punzón no sea muy alta y así evitar dañar el rodillo y el punzón. A continuación se muestra en la figura un rodillo de presión principal vista desde la parte superior de la máquina que utiliza la empresa.

**Figura 9. Rodillo de presión principal.**



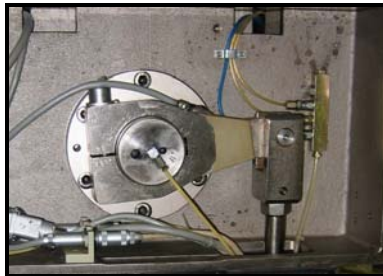
- ◆ **Sistema de lubricación:** se encarga de distribuir el lubricante a las partes de la máquina por medio de un sistema centralizado conformado de mangueras, una pequeña bomba, un depósito de aceite y un dosificador de grasa. En Bayer S.A. es de mucha importancia la lubricación de las máquinas, no solo para evitar el desgaste sino también tener cuidado en no derramar lubricante para evitar contaminar el producto; por lo que requiere de una mayor inspección en los niveles de lubricación y en búsqueda de fugas. A continuación se muestra en la figura el sistema de lubricación de las tableteadoras en la empresa.

**Figura 10. Sistema de lubricación.**



- ◆ **Sistema hidráulico:** sistema de seguridad de los rodillos de presión que funciona por medio de cilindros hidráulicos ajustados a una presión determinada. Su función es de amortiguar y mantener en su posición los rodillos de presión. Cuando los rodillos de presión sobrepasan la presión ajustada en el sistema, los cilindros hidráulicos ceden para que no exista un daño mayor en los rodillos o en el punzón. La empresa requiere de una mayor atención con los nivel de aceite hidráulico, ya que es un sistema de seguridad siempre tiene que estar en óptimas condiciones. A continuación se muestra en la figura el sistema hidráulico en una de las tableteadoras en la empresa.

**Figura 11. Sistema hidráulico.**



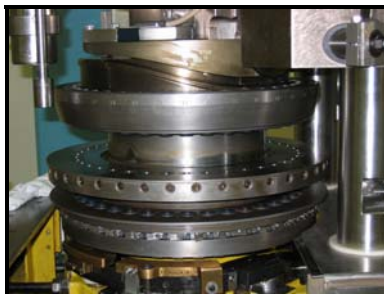
- ◆ **Tablero de controles y volantes de ajuste:** en el tablero de controles se encuentran los indicadores y botones de funcionamiento de la máquina. Los volantes de ajuste sirven para modificar los parámetros de la tableta como peso y dureza. En la empresa se realiza una inspección y calibración de los volantes para que las tabletas salgan con el peso y la dureza establecida. A continuación se muestra en la figura el tablero de controles y volantes de una tableteadora en la empresa.

**Figura 12. Tablero de controles y volantes de ajuste.**



- ◆ **Tornamesa:** situado en la parte superior de la máquina que gira sobre el eje principal y van colocados retenedores, punzones superiores e inferiores y matrices. Su función es proporcionar el movimiento horizontal de los punzones. A continuación se muestra en la figura la tornamesa de una de las tableteadoras en la empresa.

**Figura 13. Tornamesa.**



- ◆ **Zapata de llenado:** parte de la máquina que tiene como objetivo llenar las cavidades de las matrices con el polvo de la materia prima por medio de rotación de aspas. Esta parte de la tableteadora requiere de mayor atención por la velocidad de las aspas y a que el polvo se acumula en esta parte. A continuación se muestra en la figura la zapata de llenado de una de las tableteadoras en la empresa.



**Figura 14. Zapata de llenado.**



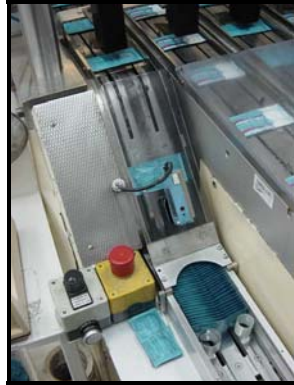
### **3.3.2. Selladora**

Una máquina selladora está diseñada y construida para envolver y proteger el producto en su empaque primario. En la planta existen dos tipos de máquinas selladoras debido a las diferentes presentaciones en que se empaca el producto. Estos tipos son selladora de foil de 4 capas y selladora de blister.

#### **3.3.2.1. Partes básicas de una selladora de foil de 4 capas**

- ◆ **Apilador de sobres:** se encuentra al final de los canales de distribución. Su función es agrupar los sobres según la cantidad que se va empacar. Las acondicionadoras de los sobres tiene que estar pendientes a que los sobres estén bien colocados en el apilador para evitar que se acumulen en forma desordenada. A continuación se muestra en la figura el apilador de sobres de un canal de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 15. Apilador de sobres.**



- ◆ **Banda alimentadora de tabletas:** banda en la cual las tabletas son transportadas de la zaranda hacia las guías de dosificación. La empresa exige que esta parte se tiene que limpiar antes de un cambio de producto para evitar una contaminación cruzada. A continuación se muestra en la figura la banda alimentadora de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 16. Banda alimentadora.**



- ◆ **Cadenas de salida:** se encargan de transportar los sobres en canales al lugar de empaque, por medio de unos empujadores

plásticos que están sujetas a las cadenas. Esta parte de la selladora es donde presenta la mayor parte de problemas debido a la velocidad, a la alineación de las cadenas y la colocación de los empujadores. A continuación se muestra en la figura las cadenas de salida de sobres de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 17. Cadenas de salida.**



- ◆ **Cadenas de transición:** se localizan al final de las cadenas de salida, su función es de transportar y colocar en sincronía los sobres en los canales del apilador. Esta parte representa menor grado de problemas que las cadenas de salida, aunque los problemas se deben por causas similares. A continuación se muestra en la figura las cadenas de transición de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 18. Cadenas de transición.**



- ◆ **Cepillo ordenador:** colocado sobre la banda alimentadora de tabletas, su función es evitar que las tabletas se coloquen una encima de la otra en la banda alimentadora de tabletas. La empresa exige cambiar los cepillos cuando se cambia el producto para evitar una contaminación cruzada. A continuación se muestra en la figura el cepillo ordenador de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 19. Cepillo ordenador.**



- ◆ **Clasificación del producto:** se encuentra debajo de las cadenas de transición, cuando recibe la señal de los sensores de presencia de tableta, descarta los sobres que no contiene tableta. Los problemas que presenta esta parte son por falla o suciedad de algún sensor, o bien por una falta sincronización. A continuación se muestra en la figura la sección de clasificación del producto de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 20. Clasificación del producto.**



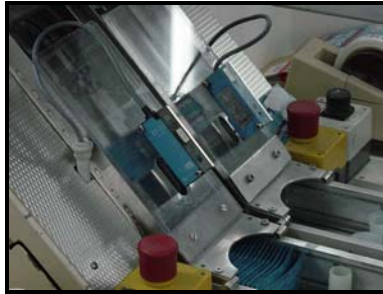
- ◆ **Codificación:** imprimen por medio de inyección de tinta, el número de lote y fecha de expiración del producto. Un cabezal o inyector de tinta se localiza sobre cada canal de distribución y codifica los sobres mientras son transportados. El problema que presenta la codificación es la desalineación de uno de los cabezales por algún sobre mal colocado. A continuación se muestra en la figura el sistema de codificación de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 21. Codificación.**



- ◆ **Contador de sobres:** sensor localizado al final del canal de distribución, su función es enviar una señal al apilador para separar el grupo de sobres que se va empacar. El problema que presenta esta parte es debido a suciedad o desalineación de los sensores. A continuación se muestra en la figura el contador de sobres de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 22. Contador de sobres.**



- ◆ **Cuchilla horizontal:** sistema compuesto de una cuchilla longitudinal fija y dos cuchillas longitudinales que giran sobre un eje, montadas en una base rectangular. Su función es de cortar horizontalmente las tiras de foil y formar los sobres. Uno de los mayores problemas que se da en esta parte es el reemplazo debido a que esta situada en un lugar muy inaccesible en la máquina. A continuación se muestra en la figura la cuchilla horizontal de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 23. Cuchilla horizontal.**



- ◆ **Cuchillas verticales:** pares de cuchillas circulares colocadas en dos ejes paralelos que cortan el foil en tiras verticales. El problema que presenta esta parte es el montaje de las cuchillas ya que tiene que estar bien alineadas. A continuación se muestra en la figura las cuchillas verticales de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 24. Cuchillas verticales.**



- ◆ **Dosificador de tabletas:** se localiza al final de las guías de dosificación, se encargan de sincronizar la caída de tabletas con los alvéolos de los rodillos selladores. Esta parte requiere de mayor observación para que las tabletas sean colocadas correctamente en la cavidades de sellado, de lo contrario se produce un desajuste por mascada de tableta en los rodillos de sellado. A continuación se muestra en la figura el dosificador de tabletas de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 25. Dosificador de tabletas.**



- ◆ **Fajas de transición:** sistema de poleas y fajas que se encarga de recibir los sobres después del corte horizontal y de entregarlos de forma sincronizada a las cadenas de salida. Esta parte se requiere que estén bien alineadas las fajas cuando se entrega el sobre a las

cadenas de salida, para que los sobres no se traben. A continuación se muestra en la figura las fajas de transición de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 26. Fajas de transición.**



- ◆ **Fajas ordenadoras:** situadas en ambos lados de la banda alimentadora de tabletas un poco antes de las guías de dosificación, se encarga de acomodar las tabletas en las guías de dosificación. El problema con las fajas ordenadoras es que la colocación inadecuada provoca que las tabletas se metan debajo de la faja y se quiebren. A continuación se muestra en la figura las fajas ordenadoras de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 27. Fajas ordenadoras.**

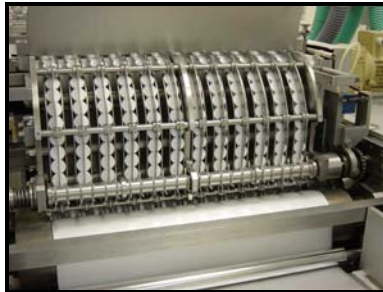


- ◆ **Guías de dosificación:** se localiza al final de la banda alimentadora, su función es de guiar en forma ordenada las tabletas hacia los



alvéolos de los rodillos de sellado. No presenta problemática. A continuación se muestra en la figura las guías de dosificación de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 28. Guías de dosificación.**



- ◆ **Sistema de tracción:** localizado en la parte posterior de la máquina, genera el movimiento a las partes de la selladora por medio de un motor eléctrico, un sistema de cadenas y engranajes. No presenta problemática. A continuación se muestra en la figura el sistema de tracción de la selladora de foil que utiliza la empresa.

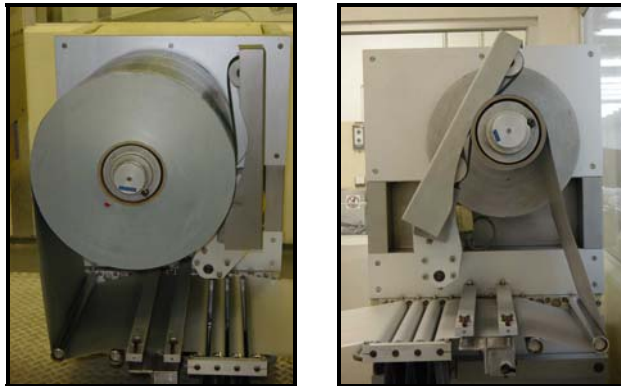
**Figura 29. Sistema de tracción.**



- ◆ **Porta rollos de foil:** su función es de abastecer, sostener y desenrollar las bobinas de foil para los rodillos selladores. Existen dos porta rollos de foil en la máquina, uno para la parte frontal del sobre y el otro para el dorso. No presenta problemáticas. A continuación se

muestra en la figura los porta foil de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 30. Porta rollos de foil.**



- ◆ **Rodillos de sellado:** son dos cilindros paralelos con cavidades donde se colocan las tabletas. Están situados al final de las guías de dosificación, su función es unir los dos foil por medio de alta temperatura y presión. Estas partes presentan problemas cuando los rodillos se acumula suciedad del foil o cuando una tableta queda mascada en los rodillos, se desalinean o el sellado es ineficiente. A continuación se muestra en la figura los rodillos de sellado de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 31. Rodillos de sellado.**



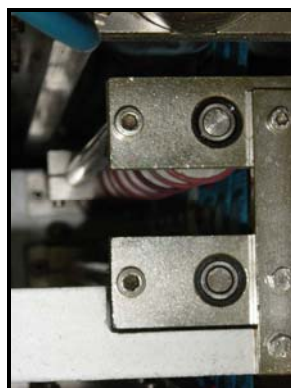
- ◆ **Tablero de control:** se encuentran los indicadores, botones de funcionamiento de la máquina y botón de paro de emergencia. No presenta problemática. A continuación se muestra en la figura el tablero de control de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 32. Tablero de control.**



- ◆ **Tirado de foil:** son dos ejes paralelos en donde se encuentran los discos con empaquetadura de hule. Los ejes se sitúan antes de los cortes del foil, su función es de tensar y alinear el foil antes de realizarse los cortes. A continuación se muestra en la figura el tirado de foil de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 33. Tirado de foil.**



- ◆ **Transportador de tabletas:** traslada las tabletas de la salida de la tableteadora hacia la selladora. No presentan problemática. A continuación se muestra en la figura los transportadores de tabletas de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 34. Transportador de tabletas.**



- ◆ **Zaranda:** es donde las tabletas quebradas son descartadas por medio de una rejilla con orificios de dimensiones proporcionales al producto mantenida en vibración. Presenta una problemática de menor grado cuando se desajusta por la vibración a la que se mantiene esta parte. A continuación se muestra en la figura la zaranda de la selladora de foil que utiliza la empresa.

**Figura 35. Zaranda.**



### **3.3.2.2. Partes básicas de una selladora de blister**

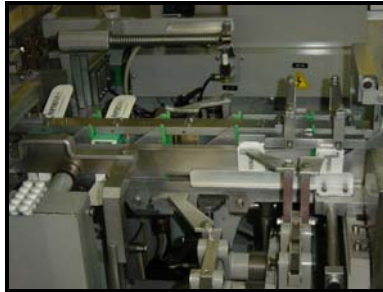
- ◆ **Bajada de alimentación:** situada debajo del depósito de alimentación, son guías donde las tabletas se colocan de forma ordenada una tras otra para ser colocadas en los alvéolos de la banda termo formable. Esta parte presenta problemas únicamente en tabletas pequeñas debido a que la acumulación de polvo es mayor hace que las tabletas se atoren. A continuación se muestra en la figura la bajada de alimentación de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 36. Bajada de alimentación.**



- ◆ **Cartonadora:** sección que se localiza al final de la máquina en donde se forma la caja que contendrá el blister. En esta parte se dan problemas pero es por el material de las cajas, el operario tiene que estar pendiente que las cajas no se traben. A continuación se muestra en la figura la cartonadora de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 37. Cartonadora.**



- ◆ **Cámara de detección de producto:** sistema electrónico compuesto de cámara y pantalla de monitoreo, su objetivo es observar que el blister contengan tabletas, de lo contrario envía una señal al descarte de blister para que sea desechado. La problemática que presenta esta parte es el desajuste y configuración del programa de detección. A continuación se muestra en la figura la cámara de detección de producto de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 38. Cámara de detección de producto.**



- ◆ **Cepillo ordenador:** sobre la cinta termo formable con tableta opera el cepillo rotatorio con el objeto de corregir la posición de eventuales tabletas no perfectamente alojadas en el alvéolo y de limpiar la superficie de la película termo formada antes de ser sellada con el aluminio. No presenta problemas. La empresa exige que se cambie el cepillo cuando se hace un cambio de producto para evitar contaminación cruzada. A continuación se muestra en la figura el cepillo ordenador de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 39. Cepillo ordenador.**



- ◆ **Codificado:** sistema que se encarga de estampar el número de lote y fecha de caducidad del producto por medio de tipos de impresión y yunque. Esta parte presenta mucha problemática debido a que los

tipos no marcan fuertemente sobre el blister debido al desgaste y a una mala alineación. A continuación se muestra en la figura la sección de codificado de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 40. Codificado.**



- ◆ **Depósito de alimentación vibrador:** de forma circular y situado posteriormente a la zaranda su función es de dispersar las tabletas y colocarlas en la bajada de alimentación. El sistema genera una vibración circular de manera que las tabletas avanzan por el fondo del depósito hasta encontrar las bajadas de alimentación. No es una parte problemática. A continuación se muestra en la figura el depósito de alimentación vibrador de la selladora de blister que utiliza la empresa.

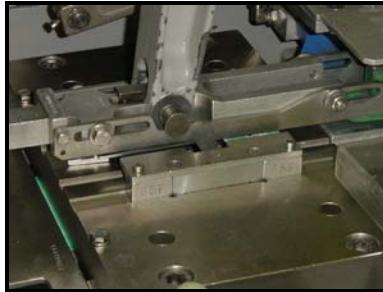
**Figura 41. Depósito de alimentación vibrador.**





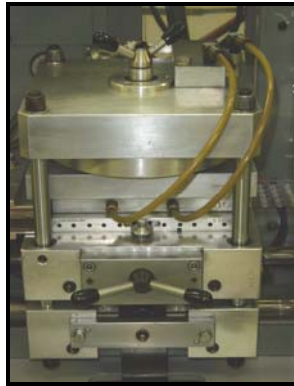
- ◆ **Estación de corte:** parte de la máquina que se encarga de cortar la cinta termo formable en la forma final del blister por medio de un troquel. La problemática de esta parte es común cuando el troquel pierde el filo para cortar. A continuación se muestra en la figura la estación de corte de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 42. Estación de corte.**



- ◆ **Estación de formado:** situado posteriormente a las planchas de calentamiento, forma los alvéolos en la película de material termo formable. Los alvéolos son las cavidades en el blister donde van colocadas las tabletas. El moldeado se produce con chorro de aire comprimido, a través del molde superior. No presenta mayores problemas. A continuación se muestra en la figura la estación de formado de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 43. Estación de formado.**



- ◆ **Planchas de calentamiento:** localizadas anteriormente a la estación de formado; cumplen la función de hacer alcanzar, a la película termoformable, la temperatura de moldeado. No presenta problemas. A continuación se muestra en la figura las planchas de calentamiento de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 44. Planchas de calentamiento.**



- ◆ **Porta bobina de material termo formable:** su función es de abastecer, sostener y desenrollar la bobina de material termoformable para las plancha de precalentamiento. No presenta problemas. A continuación se muestra en la figura la porta bobina material termo formable de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 45. Porta bobina de material termo formable.**



- ◆ **Porta foil de aluminio:** su función es de abastecer, sostener y desenrollar la bobina de aluminio con la que se va sellar la cinta termo formable. No presenta problemas. A continuación se muestra en la figura el porta bobina de foil de aluminio de la selladora de blister que utiliza la empresa.

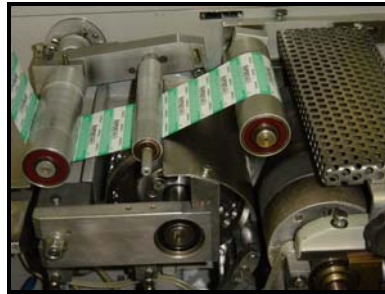
**Figura 46. Porta foil de aluminio.**



- ◆ **Rodillo de tracción:** rodillo con cavidades situado paralelamente al rodillo de sellado, su función es de tirar la cinta termo formable desde la bobina hasta al rodillo de sellado. No presenta problemas mayores,

únicamente se hacen ajustes con la cinta termo formable. A continuación se muestra en la figura el rodillo de tracción de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 47. Rodillo de tracción.**



- ◆ **Rodillo sellador:** su función es de unir el material termo formable con el foil de aluminio por medio de presión y alta temperatura. No presenta problemas mayores, únicamente de limpieza por la acumulación de residuos del material. A continuación se muestra en la figura el rodillo sellador de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 48. Rodillo sellador.**



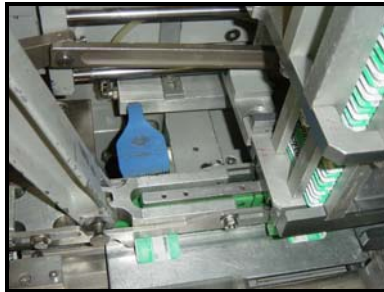
- ◆ **Tolva de prealimentación:** situada al final del transportador de tabletas, en esta parte se depositan las tabletas y a través de una abertura regulable, pasan hacia la zaranda. No presenta problemas. A continuación se muestra en la figura la tolva de prealimentación de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 49. Tolva de prealimentación.**



- ◆ **Transferencia y apilado de blister:** después del cortar el blister, es trasladado y apilado en la sección de la cartonadora para ser empacados dentro de las cajas. Esta parte presenta problemas mayores para la línea debido a la mala formación del blister o a la mala colocación de las partes de esta sección de la máquina. A continuación se muestra en la figura la transferencia y apilado de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 50. Transferencia y apilado de blister.**



- ◆ **Transportador de tabletas:** traslada las tabletas de la salida de la tableteadora hacia la tolva de prealimentación de la selladora. No presenta problemas. A continuación se muestra en la figura el transportador de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 51. Transportador de tabletas.**



- ◆ **Unidad de refrigeración:** el molde superior de la estación de formado como el inferior son atravesados por un líquido de enfriamiento que proviene de la unidad de refrigeración. La función del líquido de enfriamiento es bajar la temperatura del material termoflexible después del moldeo para preservar la forma. No presenta problemas. A continuación se muestra en la figura la unidad de refrigeración de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 52. Unidad de refrigeración.**



- ◆ Zaranda: situada después de la tolva de prealimentación, es donde las tabletas quebradas son descartadas por medio de una rejilla con orificios de dimensiones proporcionales al producto que se mantiene en vibración. No presenta problemas. A continuación se muestra en la figura la zaranda de la selladora de blister que utiliza la empresa.

**Figura 53. Zaranda.**



### **3.4. Análisis de la ejecución del mantenimiento preventivo**

Actualmente el mantenimiento preventivo en Bayer S.A. no existen un procedimiento definido para realizar el mantenimiento preventivo de las máquinas de producción. Únicamente existe normas de buenas prácticas de manufactura y un procedimiento de limpieza de la máquinas, pero no existe un

procedimiento rutinario para realizar el mantenimiento preventivo de las máquinas en donde también se incluya las buenas prácticas de manufactura para realizar el mantenimiento. Dentro de las actividades que se realizan en el mantenimiento preventivo actualmente se encuentra la limpieza de las máquinas ya sea diaria, semanal o por cambio de producto, la lubricación, la inspección y el reemplazo de partes.

Los controles de mantenimiento que se realizan en Bayer S.A. son únicamente los formatos de limpieza que se muestran mas adelante. Estos formatos varían según la frecuencia en que se realizan y en las máquinas a las que se realiza. En estos formatos la información que contiene es muy escasa, faltan actividades importantes que se deben realizar y las actividades que se encuentran la información es muy pobre para realizar las actividades con eficiencia.

### **3.4.1. Limpieza**

La limpieza en las máquinas de producción es una actividad muy importante para las buenas prácticas de manufactura de la empresa para evitar una contaminación con el producto. En la actividad de limpieza se incluyen tareas de mantenimiento preventivo como inspecciones y lubricación.

Dependiendo de la limpieza ya sea diaria, semanal o por cambio de producto, las limpiezas se clasifican en tipo A, tipo B y tipo C respectivamente. El tipo A se realiza una limpieza superficial de la máquina sin desmontar partes de la máquina y se realiza diariamente al terminar el día. El tipo B se realiza una limpieza más profunda desmontando y lavando las partes de la máquina y se realiza el ultimo día de la semana. El tipo C es un caso especial, se realiza cuando se va cambiar de producto en la máquina y las actividades son las



mismas que en la limpieza tipo B además de reemplazar ciertas partes de la máquina que tengan contacto con el producto. La limpieza tipo C se realiza para evitar una contaminación cruzada entre productos y depende de la planificación de producción.

El personal que realiza la limpieza registran las actividades en formatos establecidos por procedimientos de limpieza. Los formatos de limpieza tipo A se generan diariamente y el formato de limpieza tipo B se genera una vez por semana. Estos formatos carecen de información más precisa para realizar la actividad, esto genera duda para la persona que realiza la tarea y para saber si el trabajo se realizó de la manera correcta. Más adelante se muestran y se describen estos formatos.

En las figuras 54 a la 61 se muestran los formatos de limpieza mencionados anteriormente y que son utilizados actualmente en la empresa para registrar las actividades realizadas en las máquinas de producción. Los formatos se emplean según el tipo de limpieza que se realiza a la máquina ya sea tipo A que es una limpieza diaria o tipo B que es una limpieza semanal, existe un formato para cada máquina según el tipo de limpieza. La empresa solo tiene formatos de limpieza diaria y semanal, no tiene formatos de mantenimiento preventivo trimestral ni anual.

Los formatos de limpieza sirven para verificar que las tareas de mantenimiento sean realizadas y para que la persona que realiza el mantenimiento tenga una guía de actividades para hacer el trabajo. Además sirve para tener un registro que se realizaron las tareas de mantenimiento en las líneas de producción.

El problema que existe con los formatos actuales es que carecen de información más precisa y detallada, además carecen de otras actividades que se tienen que realizar en el mantenimiento. La consecuencia de este problema es la ejecución de un mantenimiento incompleto o mal realizado por la falta de información que necesita saber la persona que realiza el mantenimiento.

En las figuras 54 y 55 se muestran los formatos de limpieza tipo A de la línea de producción 1. En las figuras 56 y 57 se muestran los formatos de limpieza tipo B de la línea de producción 1. En las figuras 58 y 59 se muestran los formatos de limpieza tipo A de la línea de producción 4. En las figuras 60 y 61 se muestran los formatos de limpieza tipo B de la línea de producción 4.

**Figura 54. Formato de tareas diaria actual tableteadora línea 1.**

<b>BAYER S.A.</b> <b>PLANTA CC</b> <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO</b> <b>EQUIPO:TABLETEADORA LINEA 1</b>				<b>PROCEDIMIENTO No. 08.22.14</b>				
<b>LIMPIEZA TIPO A</b>								
FECHA:		_____		HORA INICIAL: _____				
PRODUCTO:		_____		HORA FINAL: _____				
				LOTE: _____				
<b>FRECUENCIA</b> Diariamente al final de cada día . Caso de que existan fuertes depósitos acumulados. Después de realizar reparaciones menores.								
				<table border="1" style="width: 100px; height: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>				
No.	DESCRIPCION	EFECTUADO	OBSERVACIONES					
1	LUBRICACION DE PUNZONES SUPERIORES							
2	ESTADO DE LOS RETENEDORES DE ACEITE-PUNZONES SUPERIORES							
3	INSPECCION PARA DETERMINAR PARTES FLOJAS							
4	INSPECCION PARA DETERMINAR SI EXISTEN SIGNOS DE DESGASTE (GENERAL)							
5	GIRAR TORNAMESA MANUAL PARA DETERMINAR LIBRE ROTACION							
6	DERRAMES DE LUBRICANTES (GENERAL)							
7	ESTADO DE LAS ZAPATAS Y ARRASTRES (VERIFICAR OPERACION)							
MECANICO: _____ SUPERVISOR: _____ HORA: _____ FECHA: _____								
PRODUCCION _____ HORA: _____ FECHA: _____								

**Figura 55. Formato de tareas diaria actual selladora línea 1.**

<b>BAYER S.A.</b>		<b>DOCUMENTO No. 08.22.06</b>	
<b>PLANTA CC</b>			
<b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO</b>			
<b>EQUIPO: SELLADORA LINEA 1</b>			
<b>LIMPIEZA TIPO A</b>			
<b>NUMERO DE LOTE ANTERIOR</b> _____		<b>FECHA</b> _____	
<b>FRECUENCIA</b>		<b>HORA INICIAL</b> _____	
<b>DIARIA AL FINALIZAR EL DIA</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		<b>HORA FINAL</b> _____	
<b>FUERTES DEPOSITOS ACUMULADOS</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>			
<b>DESPUES DE REPARACIONES MENORES</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>			
No.	DESCRIPCION	EFECTUADO	OBSERVACIONES
1	ASPIRAR CUBIERTAS DE PLEXIGLASS EN BANDA TRANSPORTADORA DE TABLETAS		
2	ASPIRAR LA CASCADA		
3	ASPIRAR BANDAS Y GUIAS DE TABLETAS		
4	ASPIRAR CEPILLO DESBARBADOR		
5	ASPIRAR ZARANDA Y LIMPIAR LA CUBIERTA DE VIDRIO		
6	SECAR LA CASCADA CON AIRE A PRESIÓN		
7	VERIFICAR EL LIBRE ACCIONAR DE LA CASCADA		
<b>MECANICO</b> _____		<b>PRODUCCION</b> _____	
<b>SUPERVISOR</b> _____			

**Figura 56. Formato de tareas semanal actual tableteadora línea 1.**

<b>BAYER S.A</b> <b>PLANTA CC</b> <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO</b> <b>EQUIPO: TABLETEADORA LINEA 1</b>					
<b>LIMPIEZA TIPO B</b>		<b>PROCEDIMIENTO No. 08.22.14</b>			
NUMERO DE LOTE ANTERIOR: _____		FECHA: _____			
		HORA INICIAL: _____			
<b>FRECUENCIA</b>		HORA FINAL: _____			
Al finalizar la semana		<table border="1" style="width: 50px; height: 20px; margin: auto;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>			
Después de reparaciones mayores					
No.	DESCRIPCION	EFECTUADO	OBSERVACIONES		
1	LUBRICACION DE PUNZONES SUPERIORES				
2	ESTADO DE LOS RETENEDORES DE ACEITE-PUNZONES SUPERIORES				
3	CONDICIONES DE LOS RASCADORES				
4	GRADO DE DESGASTE EN EL TREN DE LEVAS Y RAMPAS				
5	INSPECCION PARA DETERMINAR PARTES FLOJAS				
6	INSPECCION PARA DETERMINAR SI EXISTEN SIGNOS DE DESGASTE (GENERAL)				
7	ESTADO DE VOLANTES DE PRE-COMPRESION Y PRESION PRINCIPAL				
8	GIRAR TORNAMESA MANUALMENTE PARA DETERMINAR LA LIBRE ROTACION				
9	DERRAMES DE LUBRICANTES (GENERAL)				
10	ESTADO DEL SISTEMA HIDRAULICO Y CHEQUEO NIVEL DE ACEITE				
11	NIVEL DEL LUBRICANTE EN EL DEPOSITO CENTRAL				
12	ESTADO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE LUBRICANTE				
13	CHEQUEO DEL LIBRE ACCIONAMIENTO DE LAS PERRILLAS DE AJUSTE (DEJARLO APROXIMADAMENTE EN LOS VALORES DE TRABAJO NORMAL).				
	DOSIFICACION:				
	DISTANCIA ENTRE PUNZONES EN LA COMPRESION:				
	DISTANCIA ENTRE PUNZONES EN LA PRE-COMPRESION:				
14	ESTADO DE LAS ZAPATAS Y ARRASTRES (VERIFICAR OPERACION)				
MECANICO: _____		PRODUCCION: _____			
SUPERVISOR: _____		HORA: _____			
HORA: _____		FECHA: _____			
FECHA: _____		_____			

**Figura 57. Formato de tareas semanal actual selladora línea 1.**

<b>EQUIPO: SELLADORA LINEA 1</b>		<b>LIMPIEZA TIPO B</b>	
NUMERO DE LOTE ANTERIOR _____		FECHA _____	
FRECUCENCIA		HORA INICIAL _____	
AL FINALIZAR LA SEMANA		HORA FINAL _____	
DESPUES DE REPARACIONES MAYORES <input type="checkbox"/>			

No.	DESCRIPCION	EFECTUADO	OBSERVACIONES
<b>FAJAS Y VIBRADOR</b>			
1	CONDICION DE FAJAS PARALELAS, A LA SALIDA DE LA TABLETEADORA		
2	VERIFICAR LA CONDICION DE LOS CEPILLOS LIMPIADORES Y SU ALINEACION		
3	VERIFICAR LA CONDICION DE LOS CEPILLOS OSCILANTES DE LA ZARANDA		
4	VERIFICAR EL ESTADO DEL CABLE ACCIONADOR DE LOS CEPILLOS OSCILANTES		
5	VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA NEUMATICO		
6	VERIFICAR EL ESTADO DE LOS AMORTIGUADORES DE VIBRACION		
7	REVISAR EL AJUSTE DE LOS PERNOS Y TUERCAS DEL VIBRADOR		
<b>SISTEMA ALIMENTADOR DE TABLETAS</b>			
1	VERIFICAR EL ESTADO Y ALINEACION DE LA FAJA PRINCIPAL		
2	VERIFICAR EL ESTADO DE LAS DOS FAJAS INVERSAS QUE ALINEAN LAS TABLETAS		
3	VERIFICAR LA COLOCACION DE LOS TENSORES Y GUIAS DE LAS FAJAS INVERSAS		
4	VERIFICAR LA COLOCAION DE LAS GUARADAS DE PLEXIGLASS Y LOS SENSORES		
<b>CASCADA</b>			
1	VERIFICAR EL GIRO EN TIEMPO, ALINEACION Y ENCLAVE NEUMÁTICO		
2	VERIFICAR QUE ACCIONE LIBREMENTE AL DISPENSADOR DE TABLETAS		
3	VERIFICAR LA COLOCACION DE LA BOQUILLA Y LOS TUBOS DE SUCCION		
<b>RODILLOS SELLADORES</b>			
1	ESTADO Y ALINEACION DE LOS RODILLOS Y SU LUBRICACION		
2	VERIFICAR EL ESTADO DE LOS O-RINGS		
3	VERIFICAR EL SISTEMA DE SENSORES		
<b>No. DESCRIPCION EFECTUADO OBSERVACIONES</b>			
<b>SISTEMA DE CORTE HORIZONTAL</b>			
1	VERIFICAR EL ACCIONAMIENTO Y LUBRICACION DE LOS COJINETES		
2	VERIFICAR EL ACCIONAMIENTO DE LAS FAJAS DENTADAS		
3	VERIFICAR LA ALINEACION DE LAS FAJAS Y CONDICION DE LAS POLEAS		
<b>SISTEMA DE TRANSPORTADOR DE CADENAS</b>			
1	VERIFICAR LA CONDICION DE LAS CADENAS Y EMPUJADORES DE NEOPRENO		
2	VERIFICAR LA ALINEACION Y TENSION DE LAS CADENAS		
<b>SISTEMA DE CLASIFICACION DE PRODUCTO FINAL</b>			
1	VERIFICAR LA CONDICION DE LAS CADENAS Y EMPUJADORES DE NEOPRENO		
2	VERIFICAR CONDICION DE LOS CEPILLOS FIJADORES DEL SOBRE		
3	VERIFICAR EL SISTEMA DE CHAPALETAS Y SENSORES DE ACUMULACION		
4	VERIFICAR ALINEACION Y ESTADO DE LA FAJA DE DESECHOS		
5	VERIFICAR EL SISTEMA DE SEGURIDAD DE LAS PUERTAS		
6	VERIFICAR EL TIEMPO DE CAIDA DEL APILADOR		
7	VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS LEVAS SECUENCIALES		
8	VERIFICAR LA LUBRICACION Y TENSION DE LAS CADENAS DE TRACCION		
9	VERIFICAR EL ACCIONAMIENTO CORRECTO DEL CONTEO		

MECANICO _____	PRODUCCION _____
SUPERVISOR _____	

**Figura 58. Formato de tareas diaria actual tableteadora línea 4.**

Bayer S.A.

PLANTA CC

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO                      FECHA: \_\_\_\_\_

EQUIPO: TABLETEADORA LÍNEA 4    PRODUCTO: \_\_\_\_\_

**PUNTOS DE INSPECCIÓN QUE DEBEN EFECTUARSE DURANTE LA LIMPIEZA  
TIPO A**

No.	DESCRIPCION	EFFECTUADO	OBSERVACIONES
1	Lubricación de punzones superiores.		
2	Estado de los retenedores de aceite-punzones superiores.		
3	Inspección para determinar partes flojas.		
4	Inspección para determinar si existen signos de desgaste ( general).		
5	Girar tornamesa manualmente para determinar libre rotación.		
6	Derrames de lubricantes (general).		
7	Estado de la zapata y arrastres (verificar operación).		

MECÁNICO: \_\_\_\_\_

SUPERVISOR: \_\_\_\_\_





**Figura 60. Formato de tareas semanal actual tableteadora línea 4.**

Bayer S.A. PLANTA CC DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO FECHA: _____ EQUIPO: TABLETEADORA LÍNEA 4 PRODUCTO: _____  PUNTOS DE INSPECCIÓN QUE DEBEN EFECTUARSE DURANTE LA LIMPIEZA TIPO B			
No.	DESCRIPCION	EFFECTUADO	OBSERVACIONES
1	Lubricación de punzones superiores.		
2	Estado de los retenedores de aceite-punzones superiores.		
3	Condiciones de los rascadores.		
4	Grado de desgaste en el tren de levas y rampas.		
5	Inspección para determinar partes flojas.		
6	Inspección para determinar si existen signos de desgaste (general).		
7	Estado de volantes de pre-compresión y presión principal.		
8	Girar tornamesa manualmente para determinar libre rotación.		
9	Derrames de lubricantes (general).		
10	Estado del sistema hidráulico y chequeo, nivel de aceite hidráulico.		
11	Nivel del lubricante en el depósito central.		
12	Estado del sistema de distribución de lubricante.		
13	Engrase en la regleta de lubricación, según corresponda al período.		
14	Chequeo del libre accionamiento de las perillas de ajuste, (dejarlas aproximadamente, en los valores de trabajo normal):		
15	Dosificación, presión principal, pre-compresión.		
16	Estado de las zapatas y arrastres (verificar operación).		
MECANICO: _____  SUPERVISOR: _____			

**Figura 61. Formato de tareas semanal actual selladora línea 4.**

Bayer S.A. PLANTA CC DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO			
			FECHA _____
:			
EQUIPO: SELLADORA LÍNEA 4			
Procedimiento No. 08.22.11.			PRODUCTO _____
:			
<b>PUNTOS DE INSPECCIÓN QUE DEBEN EFECTUARSE DURANTE LA LIMPIEZA TIPO B</b>			
No.	DESCRIPCION	EFECTUADO	OBSERVACIONES
1	Limpieza de la tolva de tableta.		
2	Limpieza del vibrador de la tolva de tableta.		
3	Lave dosificador de tabletas.		
4	Lave dosificador de tabletas alvéolo.		
5	Lave cepillo limpiador de los blisters.		
6	Cepille el rodillo sellador.		
7	Aspire sección de sisa y troquel.		
8	Aspire transferencia de los blisters.		
9	Desmante estación de apilado de blisters.		
10	Desmante guía superior de las cajas.		
11	Aspire sección de cartonadora.		
12	Aspire el gabinete completo de la máquina.		
13	Lubrique sección de formado.		
14	Lubricación del empujador de la transferencia de blisters.		
15	Lubricación del empujador de cajas.		
16	Lubrique cojinetes de sisa y troquel.		
17	Lubricación cojinetes de rodillo sellador.		
<div style="text-align: right; margin-top: 20px;">                     MECANICO: _____                       SUPERVISOR: _____                 </div>			

### **3.4.2. Inspección**

Las actividades de inspección se realizan cuando se hace la limpieza de las máquinas. Las inspecciones que realizan actualmente son las que aparecen en algunos de los formatos de limpieza, como se muestran en las figuras 54 a 61, son las únicas inspecciones que se registran y se realizan con frecuencia, las demás inspecciones que no están en los formatos de limpieza se realizan de manera empírica cuando se comienza a manifestar una anomalía y se realiza sin una frecuencia establecida, además no se registra la inspección en algún documento.

### **3.4.3. Lubricación**

La lubricación de algunas partes de las máquinas y la revisión de los niveles de lubricante se realiza semanalmente cuando se realiza la limpieza semanal. No todos los mecánicos conocen los puntos de lubricación en las máquinas, ni las características del lubricante que se tiene que utilizar, ni la frecuencia de lubricación, únicamente los supervisores de los mecánicos, quienes tienen mayor tiempo de laborar en la empresa, son los que conocen esta información debido a los años de experiencia que tienen de trabajar con las máquinas. La lubricación de las máquinas de producción de la empresa se realiza por medio de un sistema de lubricación centralizado, diseñado por el fabricante, que se encarga de distribuir el lubricante a las partes de la máquina. En algunos puntos la lubricación se hace manualmente por medio de graseras o aceiteras. La inspección de los niveles de lubricante y la lubricación manual se realiza semanalmente. Actualmente en la bodega de repuestos de la empresa se lleva un control empírico de la cantidad de lubricante disponible para las máquinas.

#### **3.4.4. Reemplazo de partes**

El reemplazo de partes en las máquinas se hace la mayoría de veces de manera correctiva, cuando una pieza falla o comienza a dar problemas. Cuando se realiza una inspección y se detecta una anomalía en alguna parte, se realiza el reemplazo hasta el próximo paro programado, ya sea fin de semana o trimestral, dependiendo de la urgencia o cantidad de trabajo para reemplazar la parte. Si el reemplazo de la parte es urgente, se para la línea de producción y se realiza el reemplazo. Se considera un reemplazo urgente cuando la máquina no puede seguir funcionando debido a la falla de esa parte. No se tiene un control estadístico sobre la frecuencia de reemplazo de las partes. Esto se debe a que los reemplazos se realizan de manera empírica, no se lleva un sistema rutinario, ni un historial de los cambios de las partes que se realizan.

El inventario de las partes o repuestos de las máquinas carece de un sistema de control sobre los niveles existentes. Se realiza una inspección visual en la bodega de repuestos para verificar si existe disponibilidad de las partes o repuestos que se quieren utilizar. Algunas de las partes de las máquinas son difíciles de adquirir ya que únicamente se puede conseguir con el fabricante de las máquinas, además que toma tiempo para hacer el pedido y la entrega de la parte para que pueda estar en la bodega de repuestos.

#### **3.5. Análisis de la situación actual**

Este análisis se realiza basándose en el diagrama de Pareto y en el diagrama de Ishikawa para tener un registro de los problemas que se dan en las máquinas de producción. En la empresa se utilizan bitácoras diarias en las líneas de producción, en las cuales se registra la hora de las actividades y paros que tuvo la línea. Con la información escrita en las bitácoras durante el

primer semestre del año, se recopilan datos para realizar el análisis de la situación actual.

### **3.5.1. Diagrama de Pareto**

Mediante el diagrama de Pareto se puede detectar los problemas que tienen más relevancia. Por lo general, el 80 por ciento de los resultados totales se origina en el 20 por ciento de las causas. La minoría vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría útil, a la derecha.

Este diagrama servirá para detectar los problemas de las líneas de producción de la empresa en donde se ha obtenido mayor cantidad de tiempo por paro. Si se reducen los problemas que abarcan el 20 por ciento de las causas de paros, se lograría reducir el 80 por ciento del tiempo por paro, dicho en otras palabras, el diagrama de Pareto servirá para ver las áreas que tienen mayores problemas, así se le darán mayor énfasis a estas áreas para ser atendidas.

En la tabla II y III se muestran los tiempos de paros en las línea 1 y 4 respectivamente, estos tiempos se obtuvieron de la base de datos de las bitácoras diarias de las líneas de producción. Luego se hizo un conteo de las veces que ocurrieron los problemas en el área, para luego obtener un promedio de tiempo por cada paro. El porcentaje se obtuvo del total del tiempo de paro de todas las áreas dividido el tiempo de paro en esa área. El objetivo de estas tablas es detectar las áreas que dan mayores problemas de tiempo de paros por la cantidad de tiempo de paro. Las primeras casillas que están marcadas son las áreas que requieren de mayor atención. En los figuras 62 y 63 se muestra una representación gráfica de los datos obtenidos en las tablas II y III.

En la figura 62 se puede observar los problemas que se dan en la línea de producción 1 y que afectan el 80 por ciento del tiempo por paro en la línea los cuales son cadenas de salida, rodillos de sellado, cuchillas, caída de tabletas, en el arranque de la línea, cabezal, fajas ordenadoras, dosificadores de tabletas, problemas que el operario no define con claridad, cadena del apilador, punzones y volantes.

En la figura 63 se puede observar los problemas que se dan en la línea de producción 4 y que afectan el 80 por ciento del tiempo por paros en la línea los cuales son bajada de alimentación, guías de cajas, cámara de detección, punzones, apilador de blister, transferencia, codificado, corte, apilador de caja, zapata y sincronización.

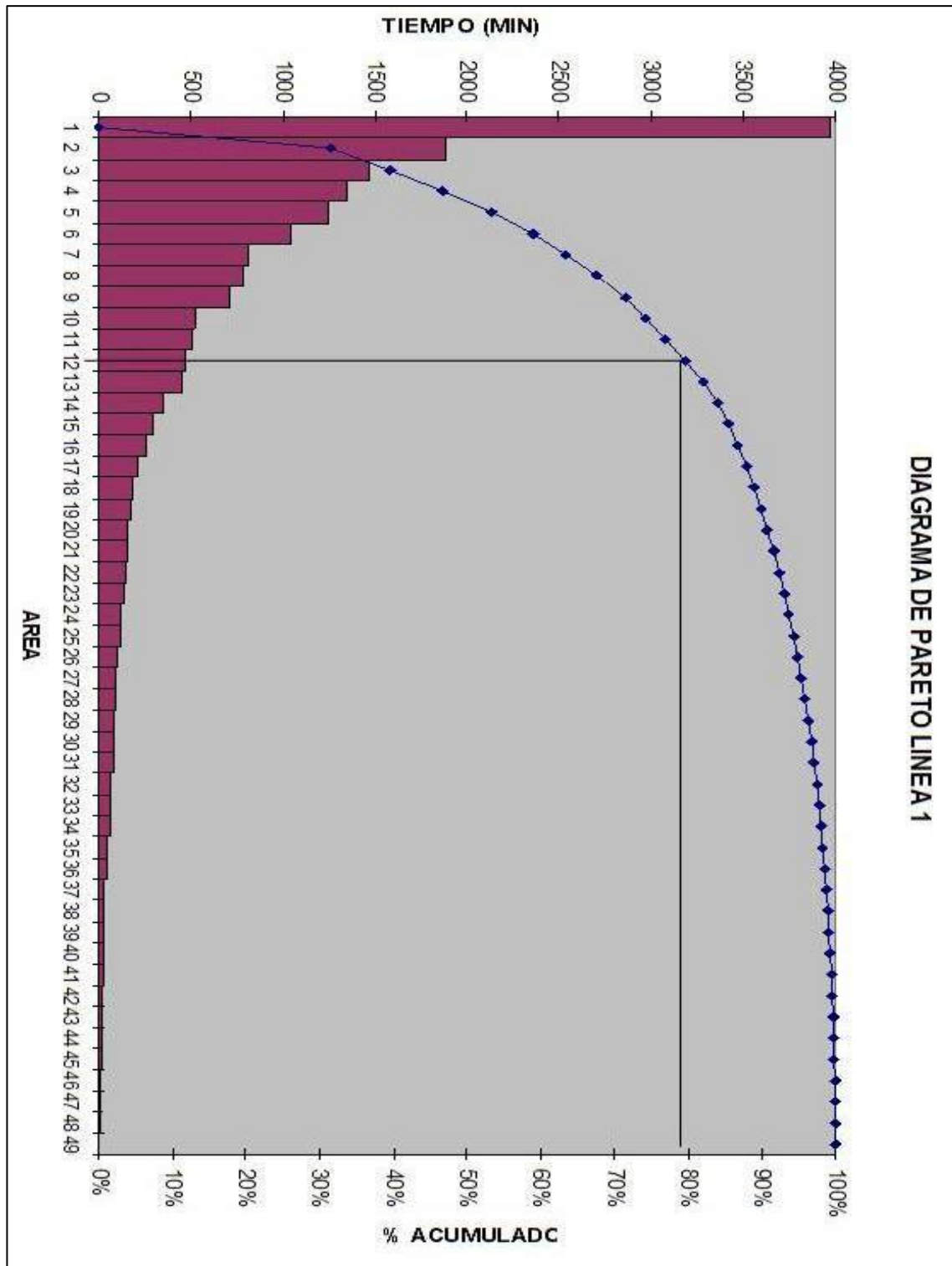
Si se enfoca el mantenimiento preventivo en este 20 por ciento de las áreas de cada línea de producción que dan mayor tiempo de paro y lograr reducir la magnitud y la frecuencia que se dan estos problemas se logrará reducir aproximadamente el 80 por ciento del tiempo por paro.

**Tabla II. Tiempo por paro en el área de la línea de producción 1.**

No.	Area	Tiempo (Min)	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	Min/paro
1	CADENAS DE SALIDA	3970	329	21.39%	0	12.07
2	RODILLOS DE SELLADO	1885	61	10.16%	31.55%	30.90
3	CUCHILLAS	1465	101	7.89%	39.45%	14.50
4	CAÍDA DE TABLETAS	1343	85	7.24%	46.68%	15.80
5	ARRANQUE	1245	7	6.71%	53.39%	177.86
6	CABEZAL	1042	139	5.62%	59.01%	7.50
7	FAJAS ORDENADORAS	814	76	4.39%	63.39%	10.71
8	DOSIFICADORES TABLETA	784	52	4.22%	67.62%	15.08
9	INDEFINIDO	710	30	3.83%	71.44%	23.67
10	CADENA APILADOR	521	31	2.81%	74.25%	16.81
11	PUNZONES	513	16	2.76%	77.02%	32.06
12	VOLANTES	471	31	2.54%	79.55%	15.19
13	FAJAS DE TRANSICIÓN	452	31	2.44%	81.99%	14.58
14	APILADOR	357	30	1.92%	83.91%	11.90
15	DESCARTE PRODUCTO	292	27	1.57%	85.49%	10.81
16	CORTE	251	18	1.35%	86.84%	13.94
17	DEBOBINADO DE ALUMINIO	202	5	1.09%	87.93%	40.40
18	ZARANDA	191	11	1.03%	88.96%	17.36
19	SALIDA DE TABLETAS	172	24	0.93%	89.89%	7.17
20	ZAPATA	156	9	0.84%	90.73%	17.33
21	CONTEO	156	11	0.84%	91.57%	14.18
22	CEPILLO ORDENADOR	150	12	0.81%	92.37%	12.50
23	PRESENCIA DE TABLETAS	136	8	0.73%	93.11%	17.00
24	CADENAS DE TRANSICIÓN	116	12	0.63%	93.73%	9.67
25	TRACCIÓN DE TIRAS	115	28	0.62%	94.35%	4.11
26	TRANSFERENCIA	103	16	0.56%	94.91%	6.44
27	SISTEMA HIDRÁULICO	93	2	0.50%	95.41%	46.50
28	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	84	7	0.45%	95.86%	12.00
29	ASIGNACIÓN	83	4	0.45%	96.31%	20.75
30	FAJA TRANSPORTADORA	83	9	0.45%	96.76%	9.22
31	RAZADOR	74	5	0.40%	97.15%	14.80
32	EMBRAGUE	63	2	0.34%	97.49%	31.50
33	DESVIADOR DE TABLETAS	58	10	0.31%	97.81%	5.80
34	TRACCIÓN DE CADENAS	57	3	0.31%	98.11%	19.00
35	ROP	50	1	0.27%	98.38%	50.00
36	ALIMENTACIÓN DE TABLETAS	46	5	0.25%	98.63%	9.20
37	PANEL DE CONTROL	33	2	0.18%	98.81%	16.50
38	TABLETEADORA	31	1	0.17%	98.98%	31.00
39	MATRICES	30	1	0.16%	99.14%	30.00
40	TOPE ENROLLADO	26	6	0.14%	99.28%	4.33
41	MOTOR	25	1	0.13%	99.41%	25.00
42	GUÍAS DE DOSIFICACIÓN	23	1	0.12%	99.54%	23.00
43	EYECCIÓN	19	3	0.10%	99.64%	6.33
44	PORTA FOIL	18	2	0.10%	99.74%	9.00
45	VELOCIDAD DE ZAPATA	15	1	0.08%	99.82%	15.00
46	SINCRONIZACIÓN	14	1	0.08%	99.89%	14.00
47	SISTEMA DE VACÍO	11	1	0.06%	99.95%	11.00
48	VIBRADOR CONTENEDOR	7	1	0.04%	99.99%	7.00
49	SUCCIÓN	2	1	0.01%	100.00%	2.00

TOTAL 18557

Figura 62. Diagrama de pareto línea de producción 1.



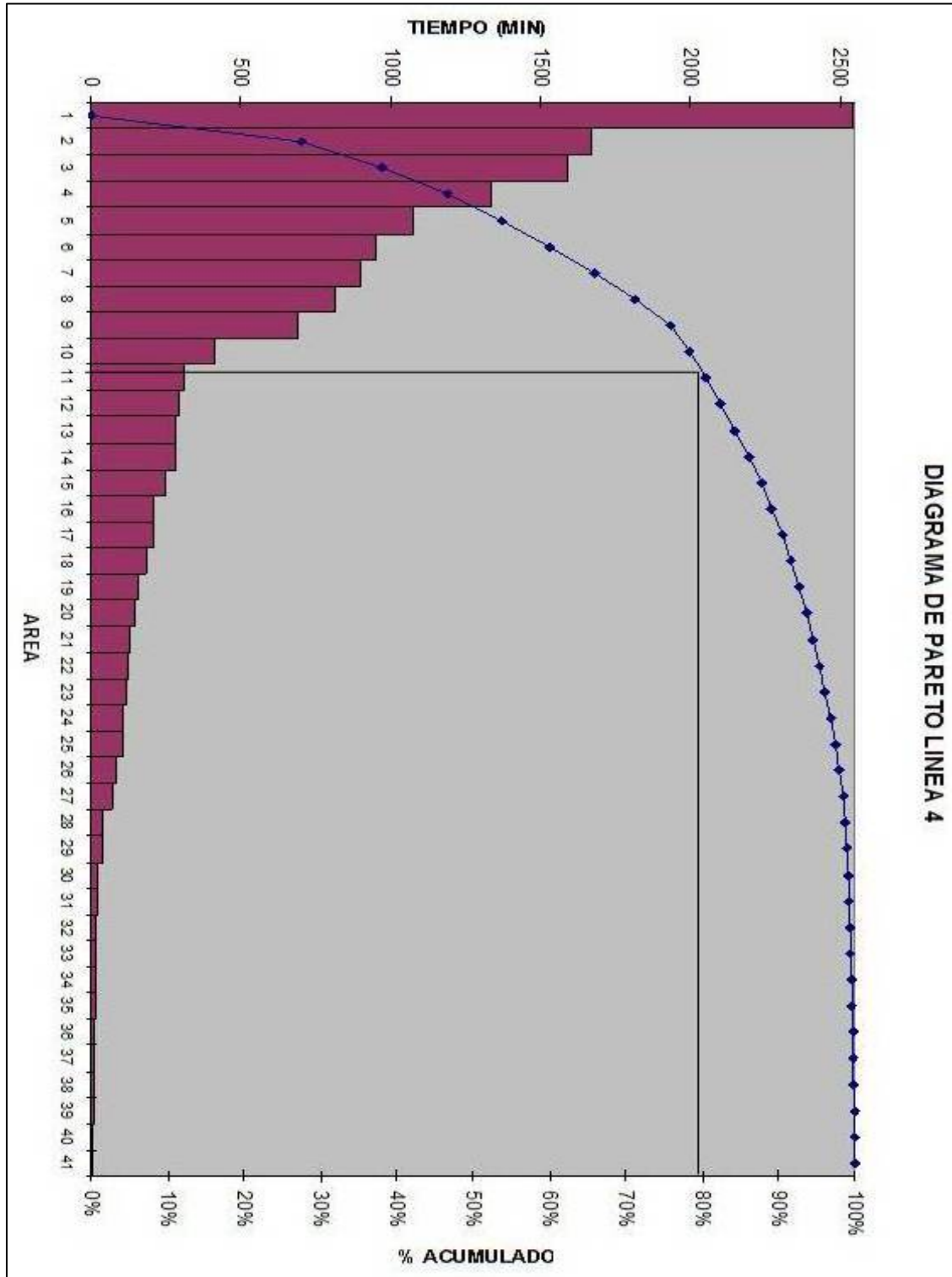


**Tabla III. Tiempo por paro en el área de la línea de producción 4.**

No.	Area	Tiempo (min)	Contador	Procentaje	Acumulado	Min/paro
1	BAJADA DE ALIMENTACIÓN	2539	341	16.6%	0	7.45
2	GUÍAS DE CAJAS	1672	67	11.0%	27.6%	24.96
3	CÁMARA DE DETECCIÓN	1591	76	10.4%	38.0%	20.93
4	PUNZONES	1334	21	8.7%	46.7%	63.52
5	BLISTER APILADOR	1076	57	7.0%	53.8%	18.88
6	TRANSFERENCIA	949	94	6.2%	60.0%	10.10
7	CODIFICADO	900	36	5.9%	65.9%	25.00
8	CORTE	814	14	5.3%	71.2%	58.14
9	CAJA APILADOR	692	36	4.5%	75.8%	19.22
10	ZAPATA	412	8	2.7%	78.5%	51.50
11	SINCRONIZACIÓN	310	26	2.0%	80.5%	11.92
12	VOLANTES	292	12	1.9%	82.4%	24.33
13	DEPOSITO VIBRADOR	286	10	1.9%	84.3%	28.60
14	ESTACIÓN DE FORMADO	285	29	1.9%	86.1%	9.83
15	RODILLO DE TRACCIÓN	248	7	1.6%	87.8%	35.43
16	RODILLO DE SELLADO	211	16	1.4%	89.2%	13.19
17	INDEFINIDO	208	9	1.4%	90.5%	23.11
18	TOLVA	180	12	1.2%	91.7%	15.00
19	TABLETEADORA	155	4	1.0%	92.7%	38.75
20	SISTEMA DE VACÍO	143	7	0.9%	93.6%	20.43
21	TRANSPORTADOR	129	5	0.8%	94.5%	25.80
22	GUÍAS DE BLISTER	123	9	0.8%	95.3%	13.67
23	SALIDA DE TABLETAS	117	5	0.8%	96.1%	23.40
24	DESEMPOLVADOR	107	2	0.7%	96.8%	53.50
25	MATRICES	107	2	0.7%	97.5%	53.50
26	MOTOR	79	3	0.5%	98.0%	26.33
27	DEBOBINADO DE ALUMINIO	71	3	0.5%	98.4%	23.67
28	ZARANDA	37	4	0.2%	98.7%	9.25
29	PRESENCIA DE TABLETAS	36	5	0.2%	98.9%	7.20
30	GUÍAS DE PVC	22	3	0.1%	99.1%	7.33
31	RECHAZO DE CAJA	21	2	0.1%	99.2%	10.50
32	CARTONADORA	18	1	0.1%	99.3%	18.00
33	CURVA DE COMPENSACIÓN	17	3	0.1%	99.4%	5.67
34	RECHAZO DE BLISTER	15	3	0.1%	99.5%	5.00
35	REFRIGERACIÓN	14	1	0.1%	99.6%	14.00
36	RAZADOR	13	1	0.1%	99.7%	13.00
37	SISTEMA DE CONTROL	11	2	0.1%	99.8%	5.50
38	CEPILLO LIMPIADOR	10	1	0.1%	99.8%	10.00
39	PORTA FOIL	10	1	0.1%	99.9%	10.00
40	ROP	8	2	0.1%	100.0%	4.00
41	CIZALLA	5	1	0.0%	100.0%	5.00

TOTAL 15267

Figura 63. Diagrama de pareto línea de producción 4.



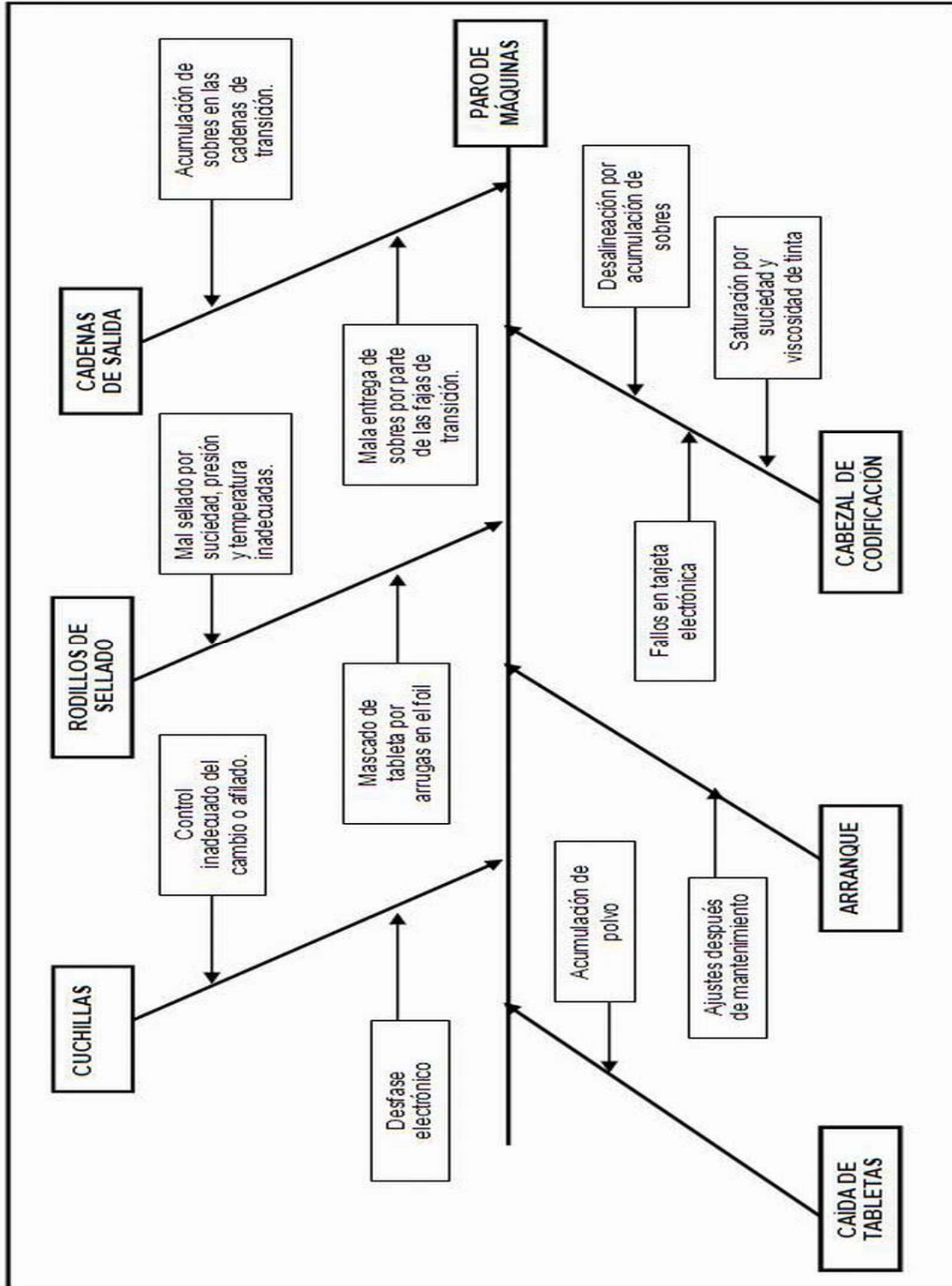
### **3.5.2. Diagrama de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa servirá para establecer las posibles causas del 20 por ciento de las áreas que originan los paros en las líneas. Las posibles causas fueron obtenidas de los apuntes de los operarios en las bitácoras diarias de las líneas de producción de la empresa, en las bitácoras los operarios escriben la causa del paro de la línea y el tiempo que tardo el paro.

En las figuras 64 y 65 se mencionan las áreas con mayor problema y las causas que origina el problema en esa área dando como efecto un paro de la línea. Sabiendo las causas de los problemas en las distintas áreas de las máquinas se puede disminuir los tiempos de paro solucionando o eliminando las causas de dichos problemas.

Después de haber establecido las áreas que provocan el mayor tiempo de paro en las líneas, se analiza y establece las causas de los problemas en estas áreas por medio del diagrama de ishikawa. Después de haber establecido las causas se puede elaborar las actividades necesarias que se deben realizar, basándose en estas causas, para disminuir el tiempo por paro.

Figura 64. Diagrama de ishikawa línea de producción 1.



Continuación figura 64.

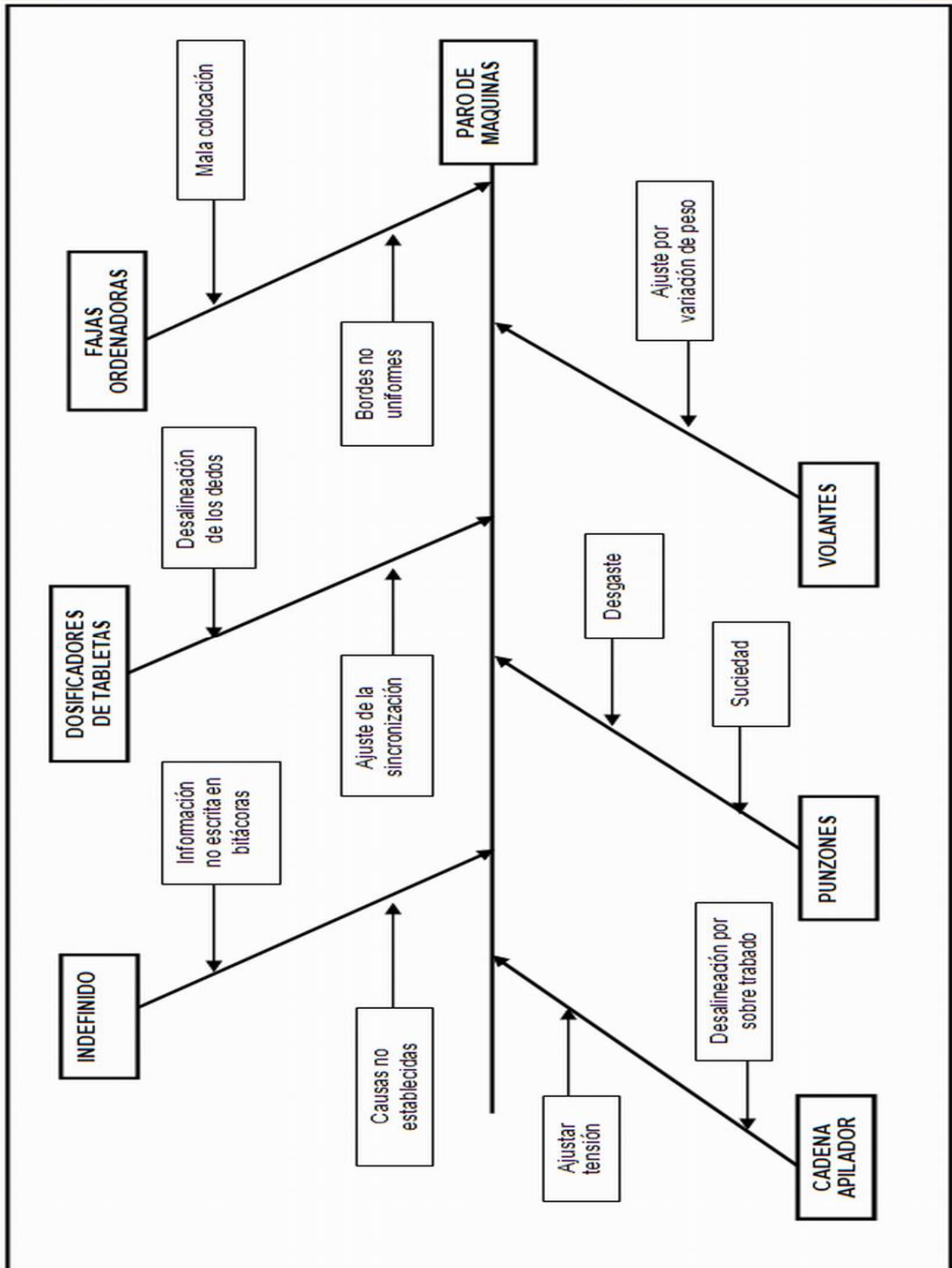
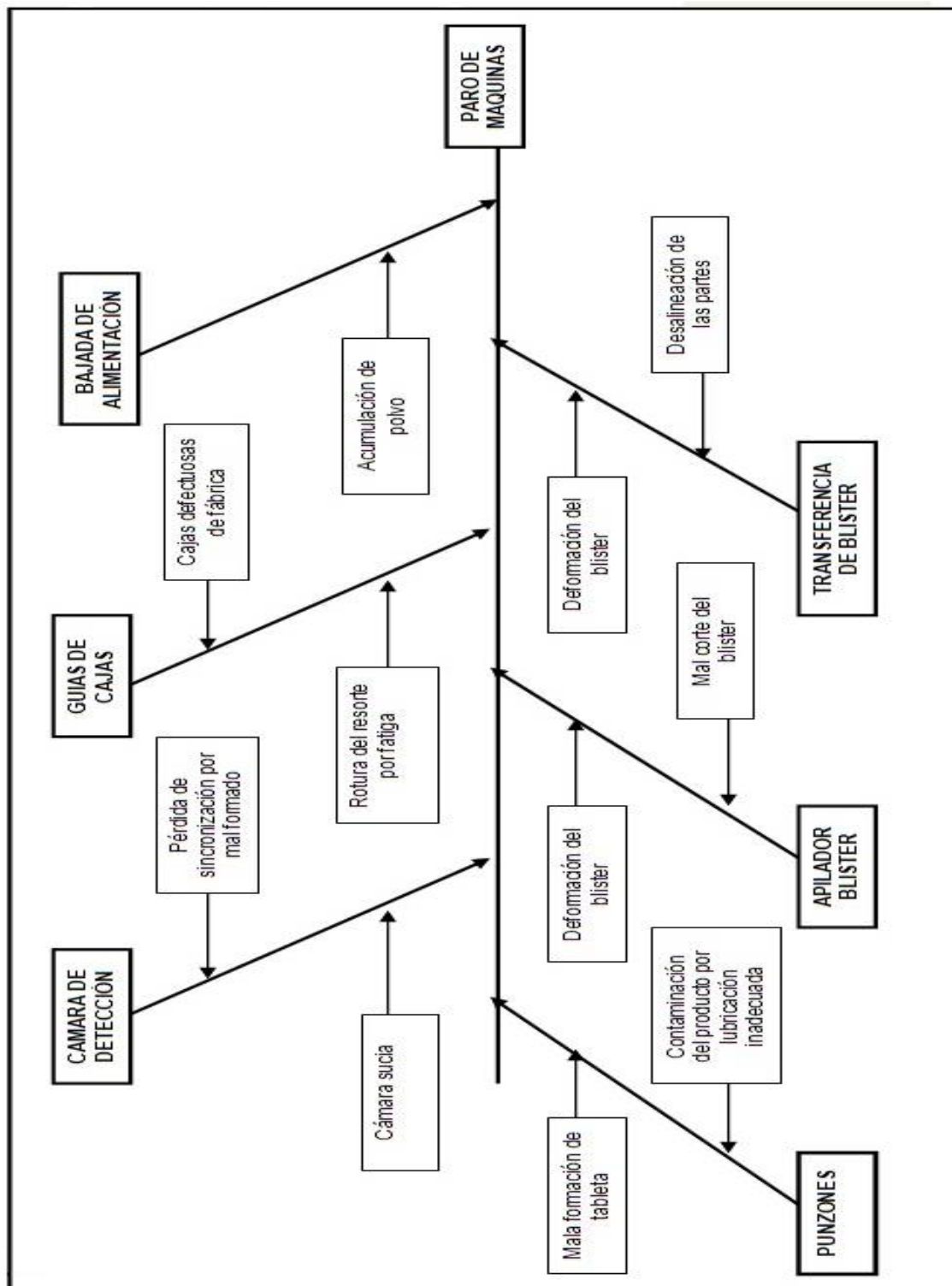
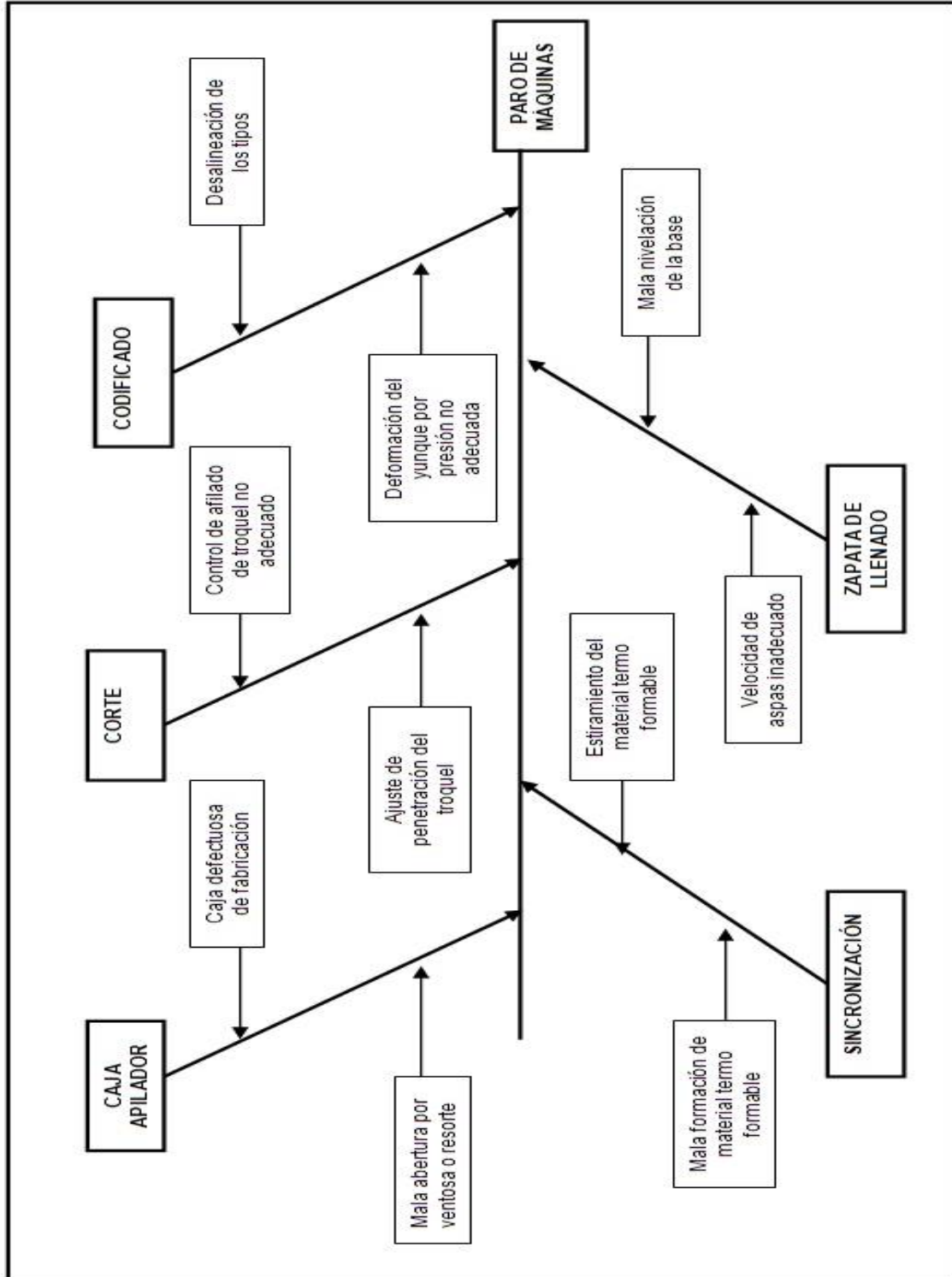


Figura 65. Diagrama de Ishikawa línea de producción 4.



Continuación figura 65.







## **4. PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Después de analizar la situación actual del mantenimiento preventivo de las líneas principales de producción de la empresa, se propone un plan de mantenimiento preventivo más detallado y sistemático para maximizar la disponibilidad de las máquinas. Este capítulo define los criterios, las actividades y frecuencias del plan propuesto.

### **4.1. Criterios para definir las actividades y frecuencias del plan de mantenimiento preventivo**

Con el propósito de facilitar el trabajo y enfocar adecuadamente, se divide la máquina en partes. Para mostrar claramente los principales componentes de cada parte, estas se subdividen. Así se empieza a enfocar en el elemento que se analizará; que en este caso serán las máquinas de las líneas principales de producción de la empresa.

#### **4.1.1. Partes críticas de la máquina**

Las partes críticas de la máquina son aquellas partes que son indispensables para el correcto funcionamiento de la máquina y que no se adquieren fácilmente para ser reemplazadas; a continuación se enumera las máquinas de producción con las partes críticas.

a) Máquina tableteadora que consta de:

- ◆ Punzones y matrices.

- ◆ Retenedores de aceite lubricante.
- ◆ Rampa de elevación
- ◆ Sistema de presión principal
- ◆ Motor principal
- ◆ Acumulador hidráulico
- ◆ Zapata

b) Máquina Selladora de foil de 4 capas línea 1 que consta de:

- ◆ Rodillos de sellado
- ◆ Cadenas del apilador
- ◆ Empujadores de neopreno
- ◆ Empujadores de metal
- ◆ Disco de leva de conteo del apilador
- ◆ Motor principal
- ◆ Bomba de vacío de la cuchilla horizontal
- ◆ Cuchilla horizontal
- ◆ Empaques para los discos del tirado
- ◆ Fajas de transición
- ◆ Cepillos jaladores de la cuchilla horizontal
- ◆ Cepillo ordenador
- ◆ Bobina de vibración de la zaranda
- ◆ Junta tipo cardán del eje de transmisión
- ◆ Embrague de la cuchilla horizontal

c) Máquina selladora de blister línea 4 que consta de:

- ◆ Bomba de vacío de la cartonadora
- ◆ Tarjetas lógicas
- ◆ Fuente de poder

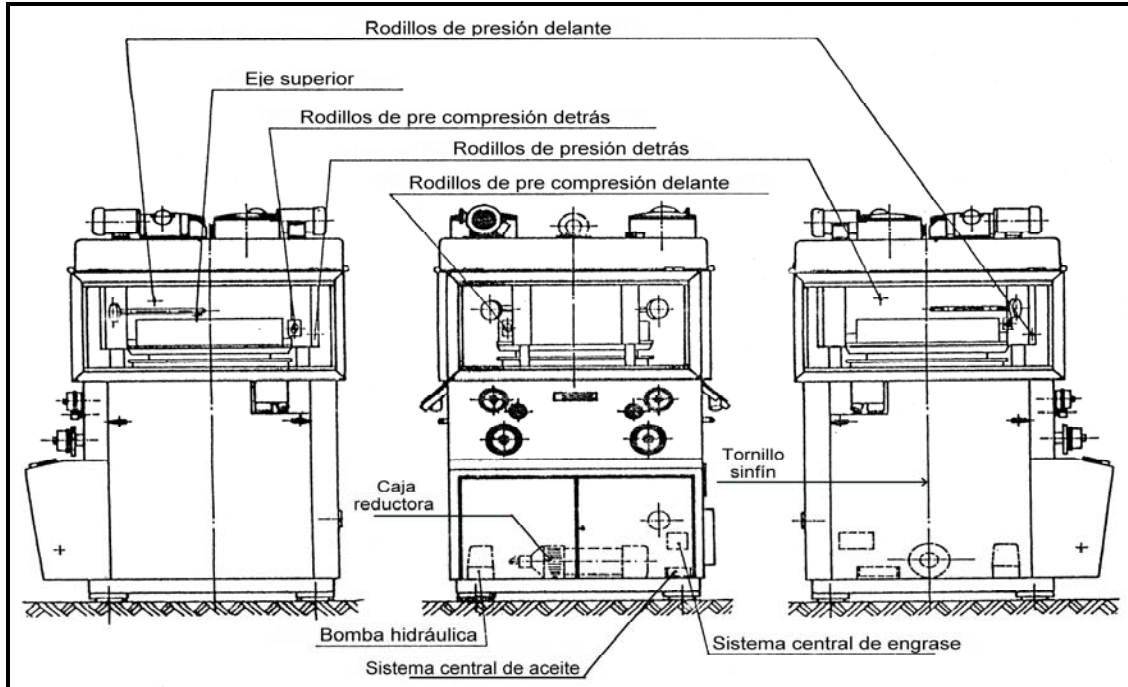
- ◆ Lámparas de detección
- ◆ Rodillo sellador
- ◆ Rodillo de tracción
- ◆ Troquel
- ◆ Cabezal detector

Desde el punto de vista de las buenas prácticas de manufactura, las partes críticas se consideran aquellas partes de la máquina que tienen contacto con el producto. Estas partes son: punzones, matrices, zapata, transportador de tableas, zaranda, cepillo ordenador, banda de alimentación, fajas ordenadoras, guías de dosificación, dedos dosificadores, bajada de alimentación, depósito de alimentación vibrador y tolva de prealimentación. En la empresa Bayer S.A. se le da mucha importancia al manejo de estas partes, limpiándolas diariamente con agua purificada y alcohol etílico para evitar cualquier tipo de contaminación.

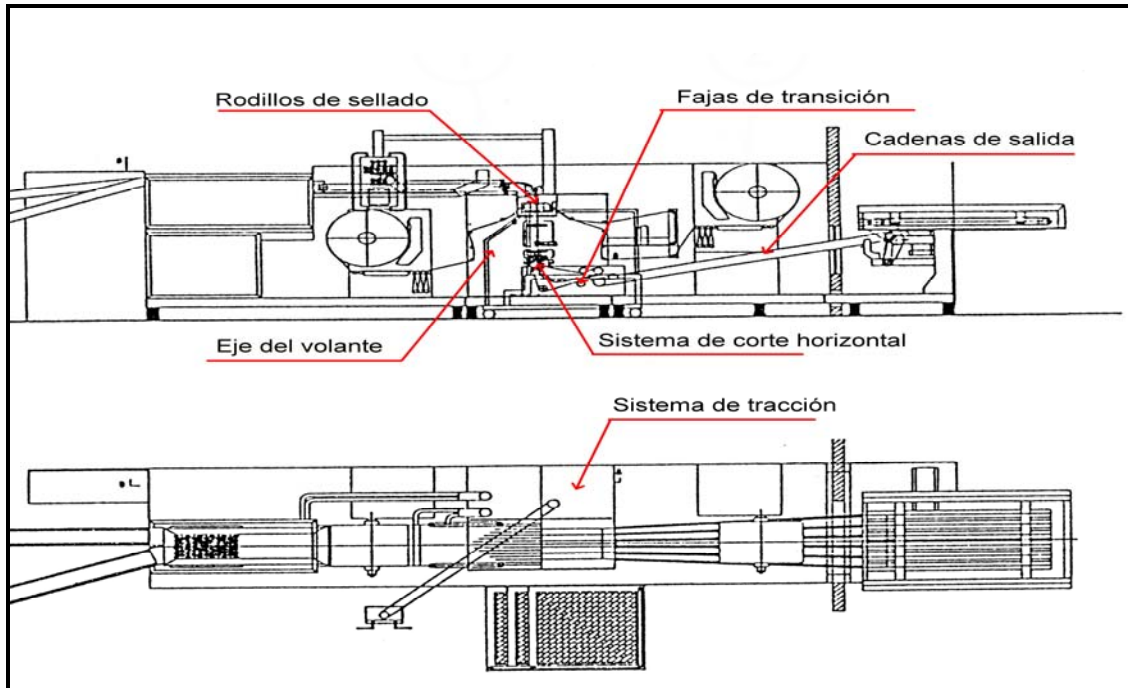
#### **4.1.2. Puntos de lubricación**

Una buena lubricación prolonga la vida útil de la máquina, por lo que es importante que el personal a cargo de la realización del mantenimiento preventivo conozca los puntos de lubricación de las máquinas. Además deben conocer el lubricante que se va utilizar en cada punto de lubricación y la frecuencia que se tiene que lubricar la máquina. En las máquinas de producción de la empresa, los puntos de lubricación no están señalizados ni identificados con el lubricante que se tiene que aplicar. Con una señalización e identificación de los puntos de lubricación, ayudaría a que los mecánicos reconozcan con mayor facilidad estos puntos y apliquen el lubricante correcto. Es necesario que el personal de mantenimiento reciba capacitación sobre lubricación, que conozcan los tipos de lubricantes grado alimenticio y como manipular y almacenar este tipo de lubricantes.

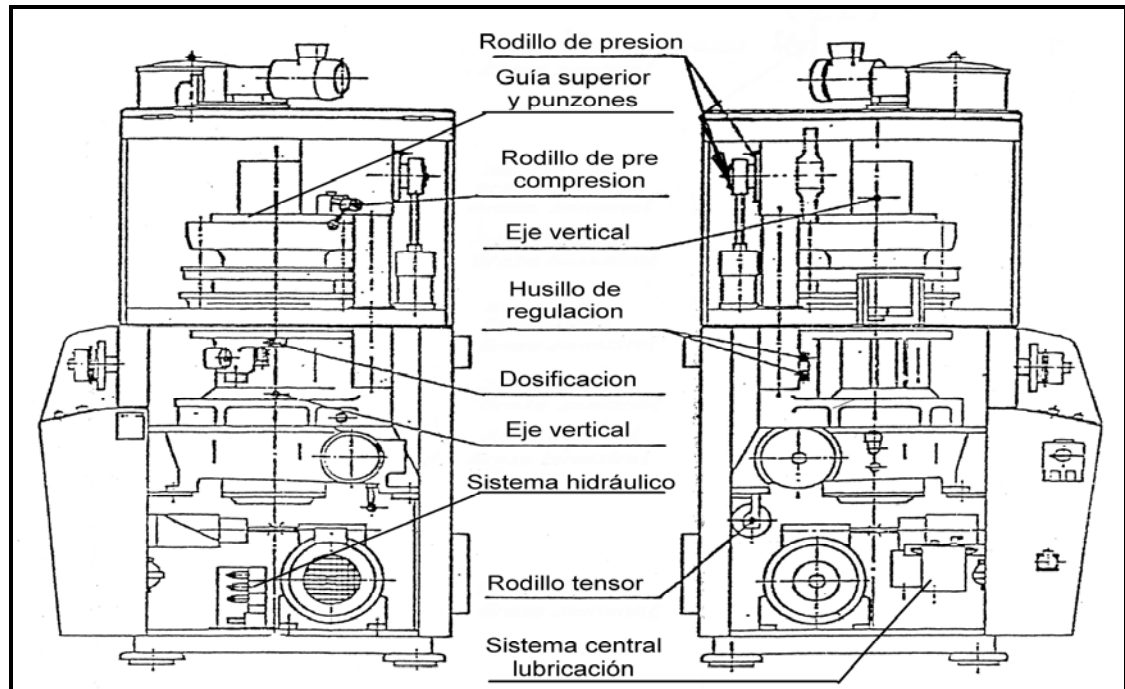
**Figura 66. Puntos de lubricación tableteadora línea 1.**



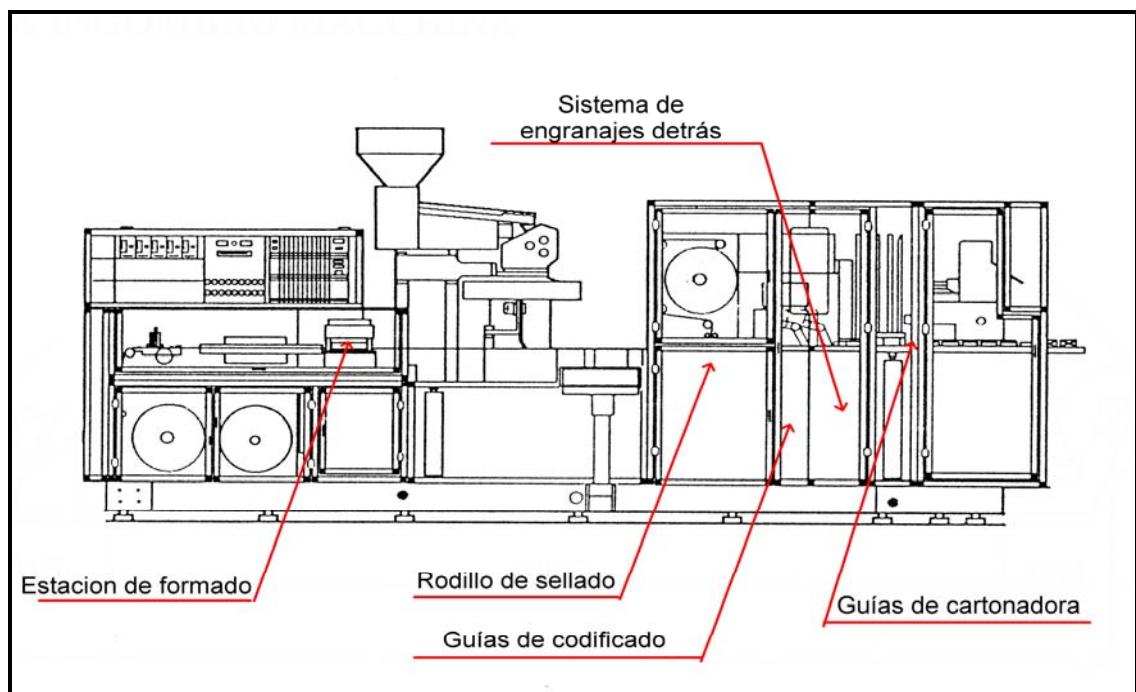
**Figura 67. Puntos de lubricación selladora línea 1.**



**Figura 68. Puntos de lubricación tableteadora línea 4.**



**Figura 69. Puntos de lubricación selladora línea 4.**



En las figuras 66 a 69 se muestra los puntos de lubricación de las máquinas de producción de las líneas principales de producción. Es importante que los mecánicos conozcan estos puntos en las máquinas para que no se deje de lubricar ninguno de estos puntos frecuentemente.

#### **4.1.3. Costo-beneficio**

El tiempo en que la máquina no está produciendo debido a que se están realizando trabajos de mantenimiento, afecta considerablemente en los costos de la empresa. El costo de oportunidad que se deja de percibir mientras se está reparando la máquina es muy alto debido al alto volumen de producción que elaboran las máquinas. Además esto provoca elevar los costos de producción por no cumplir con la cantidad demandada en el tiempo programado. Aumenta los gastos, fuera de lo planificado, pagando tiempo extraordinario al personal que tiene que elaborar la cantidad faltante por la demora de la reparación. Todo esto afecta a que aumenta el costo por unidad del producto y disminuye el margen de ganancias para la empresa.

Reduciendo el tiempo de paro de las máquinas por medio de un plan de mantenimiento preventivo sistemático y controlado evita elevar los costos del producto proporcionando mayor disponibilidad de las máquinas y efectuando los trabajos mecánicos de las máquinas en tiempos programados donde no afecte a la producción.

Para obtener un beneficio con respecto al costo del mantenimiento se debe llevar un control de los costos de la mano de obra y de los materiales o insumos que se necesitan para realizar el mantenimiento. Luego se obtiene el costo por unidad producida respecto al costo total de mantenimiento con la siguiente relación

$$\text{Costo por unidad} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Unidades totales producidas}}$$

Dentro de mayor sea el número de unidades producidas, menor será el costo por unidad y mayor será el beneficio del costo total del mantenimiento, obteniendo de esta manera un mayor margen de ganancias para la empresa.

#### **4.2. Actividades y frecuencias que se deben realizar en el mantenimiento preventivo**

Para elaborar un plan de mantenimiento preventivo se debe establecer qué actividades y con qué frecuencia se van a realizar. Dentro de la empresa no existe un plan de mantenimiento establecido con las actividades y frecuencias que se tienen que realizar.

##### **4.2.1. Personal**

El mantenimiento preventivo debe ser realizado por mecánicos y eléctricos capacitados del departamento de mantenimiento de la empresa con la ayuda de personal de producción debidamente capacitados. El personal que realiza el mantenimiento en la empresa debe tener conocimiento de qué actividades deben hacerse en el mantenimiento y de cómo hacerlas. Ya que actualmente en la empresa no todo el personal de mantenimiento tiene bien claro estos puntos.

## **4.2.2. Procedimientos**

Se deben establecer procedimientos escritos para poder realizar el mantenimiento preventivo sistemática, formal y uniformemente. Los procedimientos sirven para orientar e inducir al personal sobre la realización del mantenimiento preventivo. En los procedimientos escritos también debe incluir las normas de buenas prácticas de manufactura que debe cumplir el personal que realiza el mantenimiento preventivo.

Los procedimiento que se describen a continuación están basados de los datos obtenidos en la tablas II y III, de los diagramas de Pareto de las figuras 62 y 63 y de los diagramas de Ishikawa de la figuras 64 y 65, para darle un mayor énfasis a las áreas con más problemática para reducir el tiempo por paro de las líneas principales de producción de la empresa.

### **4.2.2.1. Línea de producción 1**

La línea de producción 1 está conformada por una máquina tableteadora y una máquina selladora de foil de 4 capas. A continuación se detallan según la frecuencia, las actividades que se tienen que realizar en el mantenimiento preventivo en la línea de producción 1, además se incluyen los insumos que deben utilizarse en las actividades de mantenimiento.

#### **4.2.2.1.1. Diario**

A. Tableteadora:

- ◆ Aspirar el polvo que se encuentra en la tornamesa y en sus alrededores
- ◆ Aspirar el polvo que se encuentra en los punzones inferiores



- ◆ Limpiar con paño limpio y humedecido con agua las ventanas
- ◆ Revisar que los retenedores de aceite-punzones superiores e inferiores no estén dañados
- ◆ Revisar que no existan partes flojas
- ◆ Revisar que no existen signos de desgaste (general) anormal
- ◆ Girar la tornamesa manualmente para determinar libre rotación
- ◆ Revisar que no exista derrame de lubricantes (general)
- ◆ Revisar la operación y el estado de las zapatas y arrastres

#### B. Selladora:

- ◆ Aspirar el polvo de las cubiertas de plexiglás de las bandas de salida de la tableteadora y limpiar con un paño húmedo con agua
- ◆ Aspirar el polvo de la tapadera superior de la zaranda y limpiar toda la superficie con un paño húmedo con agua
- ◆ Aspirar el polvo de las cubiertas de plexiglás de la banda alimentadora y Limpiar con un paño húmedo con agua
- ◆ Aspirar el cepillo ordenador
- ◆ Aspirar el polvo de las fajas y poleas ordenadoras de tabletas
- ◆ Aspirar el polvo en la banda alimentadora y entre las guías.
- ◆ Sopló con aire comprimido a baja presión el exceso de polvo adherido en la cascada
- ◆ Aplicó agua atomizada sobre toda la superficie de la cascada, en la punta de las guías próximas a los rodos de sellado, dedos y eje dosificador
- ◆ Secó las gotas de agua adheridas a la cascada con aire comprimido seco a baja presión
- ◆ Verificar que la cascada tiene un libre accionar

#### 4.2.2.1.2. Semanal

##### A. Tableteadora:

- ◆ Aspirar el polvo que se encuentra en la tornamesa y en sus alrededores
- ◆ Aspirar el polvo que se encuentra en los punzones inferiores
- ◆ Limpiar con paño limpio y humedecido con agua las ventanas
- ◆ Aspirar el polvo que se encuentra dentro del área inferior de la máquina y el porta contenedores
- ◆ Lavar las guardas, las guías para las zapatas, los punzones y las matrices con agua y detergente líquido
- ◆ Limpiar los agujeros de los punzones utilizando alcohol y cepillos circulares de cerda plástica
- ◆ Secó inmediatamente con un paño limpio y seco.
- ◆ Enjuagar las partes en contacto con el producto con agua purificada
- ◆ Enjuagar finalmente con alcohol etílico las partes en contacto con el producto
- ◆ Limpiar la zona periférica de la máquina con un paño desechable húmedo con alcohol etílico
- ◆ Lubricar los punzones superiores e inferiores con aceite ISO 220 H-1
- ◆ Lubricar el rodillo de compresión principal con grasa NLGI 1 H-1
- ◆ Lubricar el rodillo de pre-compresión con grasa NLGI 1 H-1
- ◆ Revisar que los retenedores de aceite-punzones superiores e inferiores no estén dañados
- ◆ Revisar que no existan partes flojas
- ◆ Revisar que no existen signos de desgaste (general) anormal
- ◆ Girar la tornamesa manualmente para determinar libre rotación

- ◆ Revisar que no exista derrame de lubricantes (general)
- ◆ Revisar la operación y el estado de las zapatas y arrastres
- ◆ Revisar que los rascadores estén en buenas condiciones
- ◆ Revisar que el desgaste en el tren de levas y rampas no sea excesivo
- ◆ Revisar que volantes de precompresión y presión principal no estén dañados
- ◆ Revisar que el sistema hidráulico esté en buen estado
- ◆ Verificar que exista el nivel correcto de aceite hidráulico
- ◆ Verificar que exista el nivel correcto de aceite en el depósito central de lubricación general
- ◆ Verificar que el sistema de distribución de lubricante este en buen estado
- ◆ Revisar que el vibrador del porta contenedor esté ajustado correctamente
- ◆ Verificar el libre accionamiento de las perillas de ajuste
- ◆ (Dejarlo aproximadamente en los valores de trabajo normal)

#### B. Selladora:

- ◆ Aspirar el polvo de las cubiertas de plexiglás de las bandas de salida de la tableteadora y limpiar con un paño húmedo con agua
- ◆ Aspirar el polvo de la tapadera superior de la zaranda y limpiar toda la superficie con un paño húmedo con agua
- ◆ Aspirar el polvo en la banda alimentadora y entre las guías.
- ◆ Lavar el cepillo ordenador con agua purificada
- ◆ Lavar las guías dosificadoras con agua y limpiar con un paño humedecido con alcohol toda la superficie de la banda transportadora
- ◆ Lavar la zaranda y su parte superior con agua purificada

- ◆ Lavar las guardas de plexiglás de la banda alimentadora con agua purificada
- ◆ Lavar las fajas y poleas ordenadoras de tabletas con agua purificada
- ◆ Lavar todas las mangueras de succión de polvo con agua purificada
- ◆ Enjuagar con alcohol etílico las partes en contacto con el producto
- ◆ Limpiar toda la superficie de las bandas con un paño humedecido con agua
- ◆ Limpiar toda la superficie de las bandas con un paño humedecido con alcohol
- ◆ Retiró la gaveta de residuos acumulados de la zaranda
- ◆ Aspirar las tapaderas laterales de la zaranda, la zaranda y sus alrededores
- ◆ Limpiar la base de la zaranda, los ejes de los cepillos oscilantes y los cepillos oscilantes con un paño húmedo
- ◆ Limpiar los rodillos selladores con un cepillo de cerdas de bronce y un paño húmedo
- ◆ Limpiar con un paño húmedo toda el área adyacente a los rodillos selladores y mesa de precalefacción.
- ◆ Limpiar con un paño húmedo las cavidades de los rodillos selladores
- ◆ Aspirar el polvo en los rodillos jaladores y limpiar con un paño húmedo
- ◆ Aspirar el polvo en el sistema de control de embalaje
- ◆ Aspirar el polvo y limpiar con paño húmedo la estación de corte vertical y horizontal
- ◆ Aspirar y limpiar con un paño húmedo el polvo en el transportador de cadenas y en las guías de entrada
- ◆ Sopló con aire comprimido el polvo dentro de las guías del sistema de transición de cadenas y limpiar con un paño húmedo la parte interior

- ◆ Limpiar con un paño húmedo las guardas de plexiglás del sistema de transición de cadenas
- ◆ Removió los sobres que quedaron atrapados en el apilador
- ◆ Limpiar con un paño húmedo los transportadores de producto del apilador
- ◆ Limpiar con un paño húmedo las caídas de producto del apilador
- ◆ Limpiar con un paño húmedo las guardas alrededor del apilador
- ◆ Limpiar con un paño húmedo la banda transportadora de expedidores
- ◆ Aplicar una capa de silicón a los rodillos selladores
- ◆ Lubricar los cojinetes de los rodillos selladores con grasa para alta temperatura NLGI 2
- ◆ Lubricar las partes móviles dentro del apilador: ejes, cojinetes, levas y cadenas con aceite ISO 220
- ◆ Verificar que la cascada tiene un libre accionar
- ◆ Verificar que las fajas paralelas a la salida de la tableteadora estén en buena condición
- ◆ Verificar que los cepillos limpiadores estén en buena condición y estén bien alineados
- ◆ Verificar que los cepillos oscilantes de la zaranda estén en buena condición
- ◆ Verificar que el cable accionador de los cepillos oscilantes este en buena condición
- ◆ Verificar el buen funcionamiento del sistema neumático
- ◆ Verificar que los amortiguadores de vibración estén en buen estado
- ◆ Revisar que los pernos y tuercas del vibrador que estén apretados
- ◆ Verificar que la faja principal este en buen estado y bien alineada
- ◆ Verificar que las dos fajas inversas que alinean las tabletas estén en buen estado

- ◆ Verificar que los tensores y guías de las fajas inversas estén adecuadamente colocadas
- ◆ Verificar que las guardas de plexiglás y los sensores estén adecuadamente colocados
- ◆ Verificar que el giro en tiempo, alineación y enclave neumático sean los adecuados en la cascada
- ◆ Verificar que accione libremente el dispensador de tabletas
- ◆ Verificar que la boquilla y los tubos de succión estén bien colocados
- ◆ Verificar que los rodillos selladores estén en buen estado
- ◆ Verificar que las cavidades de los rodillos selladores coincidan uno con el otro
- ◆ Verificar que los rodillos selladores estén lubricados
- ◆ Verificar que los O-ring jaladores estén en buen estado
- ◆ Verificar que los rodillos guías del foil giren libremente
- ◆ Verificar que las cuchillas del sistema de corte vertical estén en buen estado
- ◆ Verificar que las cuchillas del sistema de corte horizontal estén en buen estado
- ◆ Verificar que el transportador de cadenas este en buen estado
- ◆ Verificar que los empujadores de neopreno estén montados adecuadamente
- ◆ Verificar que los empujadores de neopreno estén alineados horizontalmente
- ◆ Verificar que los cepillos fijadores del sobre (transición de cadenas) estén en buen estado
- ◆ Verificar que el sistema de tracción de la transición de cadenas este alineado y en buen estado

- ◆ Verificar que se encuentre lubricado el sistema de tracción de la transición de cadenas
- ◆ Verificar que las cadenas del apilador estén alineadas y en buen estado
- ◆ Verificar el estado de las cadenas de funcionamiento, puertas móviles, levas, dedos empujadores y las guías de los sobres
- ◆ Verificar que estén en buen estado las poleas y fajas
- ◆ Verificar la lubricación del sistema de tracción (cadenas).
- ◆ Verificar que el sistema de sensores este funcionando adecuadamente
- ◆ Verificar que el foil este montado y enhebrado correctamente en la máquina

#### **4.2.2.1.3. Trimestral**

##### **A. Tableteadora:**

- ◆ Revisar que el sistema de presión principal superior no tengan desgaste o rotura
- ◆ Revisar que los rodillos de presión principal y precompresión no estén golpeados
- ◆ Revisar que los topes de brazos de soporte estén en la posición correcta y no tengan juego
- ◆ Revisar que las cavidades de los punzones inferiores permitan el libre movimiento los punzones
- ◆ Revisar que los frenos de los punzones inferiores (tornillo, palanca basculante y clavija) estén en buen estado y estandarizados a la misma altura
- ◆ Revisar que los rascadores no estén dañados
- ◆ Revisar que las rampas de eyección estén en buen estado y que la altura de eyección sea de 0.5 mm.

- ◆ Revisar que el sistema hidráulico tenga accionamiento correcto y no tenga fugas
- ◆ Nivelar la base de la zapata
- ◆ Calibrar la zapata con entrehierro (pasa hoja 0.051 mm. y no pasa hoja 0.076 mm.)
- ◆ Revisar que los niveles de lubricación del sistema hidráulico, lubricación general, caja reductora planetaria y sistema central tornillo sinfín sean los adecuados
- ◆ Revisar que el sistema hidráulico tenga accionamiento correcto y no tenga fugas
- ◆ Calibrar los volantes usando el formato adjunto de calibración de volantes Grupo M
- ◆ Limpiar el tablero eléctrico
- ◆ Limpiar los sensores y revisar que funcionen correctamente
- ◆ Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas
- ◆ Revisar que los conectores del ventilador estén en buen estado y apretados
- ◆ Revisar que los conectores del embrague estén en buen estado y apretados
- ◆ Revisar que los desviadores de tabletas funcionen correctamente
- ◆ Revisar que las señales lumínicas funcionen correctamente

B. Selladora:

- ◆ Revisar que el sistema de fajas invertidas funcione correctamente
- ◆ Revisar que la faja principal no esté dañada
- ◆ Revisar que los cojinetes de los extremos del transportador principal estén en buen estado



- ◆ Reemplazó los cojinetes de la cascada (2 de 6002, 3 de 6002 y 1 de 6004)
- ◆ Recalibró las separaciones de las guías de tabletas
- ◆ Ajustar la tensión de cadena eje de dedos
- ◆ Cambiar los O-Ring de la Fase I (13) y II (18) de la sección de tirado
- ◆ Revisar que los cojinetes fijos y ajustables en las fajas de transición tenga movimiento libre y ausencia de desgaste
- ◆ Lavar las cadenas de empujadores de neopreno
- ◆ Revisar que las cadenas de empujadores de neopreno tenga movimiento libre y ausencia de empujadores dañados y *sprocket* dañado
- ◆ Revisar que los cojinetes de las cadenas de empujadores de neopreno estén en buen estado
- ◆ Lubricar las cadenas de empujadores de neopreno con aceite ISO 15 H-2
- ◆ Revisar que los *sprockets* interiores de las fajas de transición estén en buen estado
- ◆ Revisar que las cadenas de transición estén en buen estado
- ◆ Ajustar la cadena del transportador de expedidores
- ◆ Revisar que los cojinetes de las cadenas de transición estén en buen estado
- ◆ Revisar que la selladora de cartones 3M funcione correctamente
- ◆ Arrancar la línea para poner en tiempo con sobre vacío
- ◆ Limpiar los colectores de los rodos
- ◆ Limpiar los sensores infrarrojos de los rodos y revisar que funcionen correctamente
- ◆ Ajustar los palpadores detección de tableta y revisar que tengan libre accionamiento para evitar marca en el sobre

- ◆ Limpiar el sensor de la cuchilla
- ◆ Limpiar el embrague principal
- ◆ Limpiar los conectores del tablero principal
- ◆ Revisar que las señales lumínicas funcionen correctamente

#### **4.2.2.1.4. Semestral**

No es necesario un mantenimiento preventivo semestral debido a que se realizarían las mismas actividades del mantenimiento trimestral.

#### **4.2.2.1.5. Anual**

##### **A. Tableteadora:**

- ◆ Revisar que el sistema de presión principal superior no tengan desgaste o rotura
- ◆ Revisar que los rodillos de presión principal y precompresión no estén golpeados
- ◆ Revisar que los topes de brazos de soporte estén en la posición correcta y no tengan juego
- ◆ Revisar que las cavidades de los punzones inferiores permitan el libre movimiento los punzones
- ◆ Revisar que los frenos de los punzones inferiores (tornillo, palanca basculante y clavija) estén en buen estado y estandarizados a la misma altura
- ◆ Revisar que el sistema hidráulico tenga accionamiento correcto y no tenga fugas
- ◆ Revisar que los niveles de aceite del sistema hidráulico y lubricación general sean los adecuados
- ◆ Revisar que los engranajes de las zapatas no tengan desgaste

- ◆ Revisar que los empaques de la tapadera de la zapata estén en buen estado
- ◆ Nivelar la base de la zapata
- ◆ Calibrar la zapata con entrehierro (pasa hoja 0.051 mm. y no pasa hoja 0.076 mm.)
- ◆ Cambiar los rascadores
- ◆ Cambiar las rampas de eyección y revisar que la altura de eyección sea de 0.5 mm.
- ◆ Cambiar el aceite ISO 220 H-2 de la caja principal tornillo sinfín
- ◆ Cambiar el aceite ISO 32 H-2 de la caja reductora planetaria
- ◆ Calibrar los volantes usando el formato adjunto de calibración de volantes Grupo M
- ◆ Ajustar la frecuencia adecuada del vibrador del porta contenedores
- ◆ Limpiar el tablero eléctrico
- ◆ Limpiar los sensores y revisar que funcionen correctamente
- ◆ Limpiar los platinos
- ◆ Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas
- ◆ Revisar que los conectores del ventilador estén en buen estado y apretados
- ◆ Revisar que los conectores del embrague estén en buen estado y apretados
- ◆ Revisar que los desviadores de tabletas funcionen correctamente
- ◆ Revisar que las señales lumínicas funcionen correctamente

#### B. Selladora:

- ◆ Revisar que el sistema de fajas invertidas funcione correctamente
- ◆ Revisar que la faja principal no esté dañada

- ◆ Revisar que los cojinetes de los extremos del transportador principal estén en buen estado
- ◆ Reemplazar los cojinetes de la cascada (2 No.16002, 3 No. 6002 y 1 No. 6004)
- ◆ Recalibrar las separaciones de las guías de tabletas
- ◆ Ajustar la tensión de cadena eje de dedos
- ◆ Cambiar los O-Ring de la Fase I (13) y II (18) de la sección de tirado
- ◆ Revisar que los cojinetes fijos y ajustables en las fajas de transición tenga movimiento libre y ausencia de desgaste
- ◆ Cambiar las cadenas de empujadores de neopreno
- ◆ Lavar las cadenas de empujadores de neopreno
- ◆ Revisar que las cadenas de empujadores de neopreno tenga movimiento libre y ausencia de empujadores dañados y *sprocket* dañado
- ◆ Revisar que los cojinetes de las cadenas de empujadores de neopreno estén en buen estado
- ◆ Lubricar las cadenas de empujadores de neopreno con aceite ISO 15 H-2
- ◆ Revisar que los *sprockets* interiores de las fajas de transición estén en buen estado
- ◆ Revisar que las cadenas de transición estén en buen estado
- ◆ Ajustar la cadena del transportador de expedidores
- ◆ Revisar que los cojinetes de las cadenas de transición estén en buen estado
- ◆ Revisar que la selladora de cartones 3M funcione correctamente
- ◆ Arrancar la línea para poner en tiempo con sobre vacío
- ◆ Limpiar los colectores de los rodos

- ◆ Limpiar los sensores infrarrojos de los rodos y revisar que funcionen correctamente
- ◆ Limpiar el sensor de la cuchilla
- ◆ Limpiar el embrague principal
- ◆ Limpiar los conectores del tablero principal
- ◆ Ajustar los palpadores detección de tableta y revisar que tengan libre accionamiento para evitar marca en el sobre
- ◆ Revisar que las señales lumínicas funcionen correctamente

Después de establecer todas las actividades de mantenimiento preventivo que se necesitan realizar, se elaboran los formatos de verificación con las actividades para asegurar que el mantenimiento se haga eficientemente. En la figura 70 y 71 se muestran los formatos de mantenimiento preventivo propuestos diario y semanal de las máquinas de la línea de producción 1. A comparación de los formatos anteriores de la figura 54, 55, 56 y 57, los formatos de la figura 70 y 71 agrupan las actividades diarias y semanales en un solo formato y describen con mayor detalle las tareas de mantenimiento. Además se clasifican según la actividad que pertenecen ya sea limpieza, lubricación o inspección. En estos formatos deben revisarse las actividades y registrarse la fecha, la hora, la persona y el supervisor que realizó el mantenimiento.

En la figura 73 y 74 se muestra el formato de mantenimiento preventivo trimestral y anual de la línea 1. La empresa no tiene actualmente un formato de mantenimiento preventivo trimestral ni anual de esta línea. En estos formatos se detallan con mayor claridad las tareas mecánicas y eléctricas que se deben realizar a cada máquina de la línea de producción 1.

**Figura 70. Formato de tareas diarias y semanal propuesto tableteadora línea 1.**

EQUIPO: TABLETEADORA LÍNEA 1							
Marque con cheque las tareas que se realizaron, con X las tareas que no se realizaron y con un asterisco(*) las tareas en las que se encuentre algo anormal. Explicando en las observaciones porque no se realizaron o que es lo que se observó anormal. NO deje casillas en blanco.							
Año:		Mes:		Día:			
				<b>Diario</b>		<b>Semanal</b>	
TAREAS							
Limpieza							
1	Aspiró el polvo que se encuentra en la tornamesa y en sus alrededores						
2	Aspiró el polvo que se encuentra en los punzones inferiores						
3	Limpió con paño limpio y humedecido con agua las ventanas						
4	Aspiró el polvo que se encuentra dentro del área inferior de la máquina y el porta contenedores						
5	Lavó las guardas, las guías para las zapatas, los punzones y las matrices con agua y detergente líquido						
6	Limpió los agujeros de los punzones utilizando alcohol y cepillos circulares de cerda plástica						
7	Secó inmediatamente con un paño limpio y seco.						
8	Enjuagó las partes en contacto con el producto con agua purificada						
9	Enjuagó finalmente con alcohol etílico las partes en contacto con el producto						
10	Limpió la zona periférica de la máquina con un paño desechable húmedo con alcohol etílico						
Lubricación							
1	Lubricó los punzones superiores e inferiores con aceite ISO 220 H-1						
2	Lubricó el rodillo de compresión principal con grasa NLGI 1 H-1						
3	Lubricó el rodillo de pre-compresión con grasa NLGI 1 H-1						
Inspección							
1	Revisó que los retenedores de aceite-punzones superiores e inferiores no estén dañados						
2	Revisó que no existan partes flojas						
3	Revisó que no existen signos de desgaste (general) anormal						
4	Giró la tornamesa manualmente para determinar libre rotación						
5	Revisó que no exista derrame de lubricantes (general)						
6	Revisó la operación y el estado de las zapatas y arrastres						
7	Revisó que los rascadores estén en buenas condiciones						
8	Revisó que el desgaste en el tren de levas y rampas no sea excesivo						
9	Revisó que volantes de precompresión y presión principal no estén dañados						
10	Revisó que el sistema hidráulico esté en buen estado						
11	Verificó que exista el nivel correcto de aceite hidráulico						
12	Verificó que exista el nivel correcto de aceite en el depósito central de lubricación general						
13	Verificó que el sistema de distribución de lubricante este en buen estado						
14	Revisó que el vibrador del porta contenedor esté ajustado correctamente						
15	Verificó el libre accionamiento de las perillas de ajuste (dejarlo aproximadamente en los valores de trabajo normal)						
16	Dosificación:						
17	Distancia entre punzones en la compresión:						
18	Distancia entre punzones en la precompresión:						
				Hora inicio:			
				Hora final:			
				Realizado por:			
				Supervisado por:			
OBSERVACIONES:							

**Figura 71. Formato de tareas diarias y semanales propuesto selladora línea 1.**

EQUIPO: SELLADORA LÍNEA 1						
Marque con cheque las tareas que se realizaron, con X las tareas que no se realizaron y con un asterisco(*) las tareas en las que se encuentre algo anormal. Explicando en las observaciones porque no se realizaron o que es lo que se observó anormal. NO deje casillas en blanco.						
			Diario			Semanal
Año:	Mes:	Día:				
TAREAS						
Limpieza						
1	Aspiró el polvo de las cubiertas de plexiglás de las bandas de salida de la tableteadora y limpió con un paño húmedo con agua					
2	Aspiró el polvo de la tapadera superior de la zaranda y limpió toda la superficie con un paño húmedo con agua					
3	Aspiró el polvo de las cubiertas de plexiglás de la banda alimentadora y limpió con un paño húmedo con agua					
4	Aspiró el cepillo desbarbador					
5	Aspiró el polvo de las fajas y poleas ordenadoras de tabletas					
6	Aspiró el polvo en la banda alimentadora y entre las guías.					
7	Sopló con aire comprimido a baja presión el exceso de polvo adherido en la cascada					
8	Aplicó agua atomizada sobre toda la superficie de la cascada, en la punta de las guías próximas a los rodos de sellado, dedos y eje dosificador					
9	Secó las gotas de agua adheridas a la cascada con aire comprimido seco a baja presión					
10	Lavó el cepillo desbarbador con agua purificada					
11	Lavó las guías dosificadoras con agua y limpió con un paño humedecido con alcohol toda la superficie de la banda transportadora					
12	Lavó la zaranda y su parte superior con agua purificada					
13	Lavó las guardas de plexiglás de la banda alimentadora con agua purificada					
14	Lavó las fajas y poleas ordenadoras de tabletas con agua purificada					
15	Lavó todas las mangueras de succión de polvo con agua purificada					
16	Enjuagó con alcohol etílico las partes en contacto con el producto					
17	Limpió toda la superficie de las bandas con un paño humedecido con agua					
18	Limpió toda la superficie de las bandas con un paño humedecido con alcohol					
19	Retiró la gaveta de residuos acumulados de la zaranda					
20	Aspiró las tapaderas laterales de la zaranda, la zaranda y sus alrededores					
21	Limpió la base de la zaranda, los ejes de los cepillos oscilantes y los cepillos oscilantes con un paño húmedo.					
22	Limpió los rodillos selladores con un cepillo de cerdas de bronce y un paño húmedo					
23	Limpió con un paño húmedo toda el área adyacente a los rodillos selladores y mesa de precalentamiento.					
24	Limpió con un paño húmedo las cavidades de los rodillos selladores					
25	Aspiró el polvo en los rodillos jaladores y limpió con un paño húmedo					
26	Aspiró el polvo en el sistema de control de embalaje					
27	Aspiró el polvo y limpió con paño húmedo la estación de corte vertical y horizontal					
28	Aspiró y limpió con un paño húmedo el polvo en el transportador de cadenas y en las guías de entrada					
29	Sopló con aire comprimido el polvo dentro de las guías del sistema de transición de cadenas y limpió con un paño húmedo la parte interior					
30	Limpió con un paño húmedo las guardas de plexiglás del sistema de transición de cadenas					
31	Removió los sobres que quedaron atrapados en el stacker					
32	Limpió con un paño húmedo los transportadores de producto del stacker					
33	Limpió con un paño húmedo las caídas de producto del stacker					
34	Limpió con un paño húmedo las guardas alrededor del stacker					
35	Limpió con un paño húmedo la banda transportadora de expedidores					
Lubricación						
1	Aplicó una capa de silicón a los rodillos selladores					
2	Lubricó los cojinetes de los rodillos selladores con grasa para alta temperatura NLGI 2					
3	Lubricó las partes móviles dentro del stacker: ejes, cojinetes, levas y cadenas con aceite ISO 220					

**Continuación figura 71.**

Inspección							
1	Verificó que la cascada tiene un libre accionar						
2	Verificó que las fajas paralelas a la salida de la tableteadora estén en buena condición						
3	Verificó que los cepillos limpiadores estén en buena condición y estén bien alineados						
4	Verificó que los cepillos oscilantes de la zaranda estén en buena condición						
5	Verificó que el cable accionador de los cepillos oscilantes este en buena condición						
6	Verificó el buen funcionamiento del sistema neumático						
7	Verificó que los amortiguadores de vibración estén en buen estado						
8	Revisó que los pernos y tuercas del vibrador que estén apretados						
9	Verificó que la faja principal este en buen estado y bien alineada						
10	Verificó que las dos fajas inversas que alinean las tabletas estén en buen estado						
11	Verificó que los tensores y guías de las fajas inversas estén adecuadamente colocadas						
12	Verificó que las guardas de plexiglás y los sensores estén adecuadamente colocados						
13	Verificó que el giro en tiempo, alineación y enclave neumático sean los adecuados en la cascada						
14	Verificó que accione libremente el dispensador de tabletas						
15	Verificó que la boquilla y los tubos de succión estén bien colocados						
16	Verificó que los rodillos selladores estén en buen estado						
17	Verificó que las cavidades de los rodillos selladores coincidan uno con el otro						
18	Verificó que los rodillos selladores estén lubricados						
19	Verificó que los O-ring jaladores estén en buen estado						
20	Verificó que los rodillos guías del foil giren libremente						
21	Verificó que las cuchillas del sistema de corte vertical estén en buen estado						
22	Verificó que las cuchillas del sistema de corte horizontal estén en buen estado						
23	Verificó que el transportador de cadenas este en buen estado						
24	Verificó que los empujadores de neopreno estén montados adecuadamente						
25	Verificó que los empujadores de neopreno estén alineados horizontalmente						
26	Verificó que los cepillos fijadores del sobre (transición de cadenas) estén en buen estado						
27	Verificó que el sistema de tracción de la transición de cadenas este alineado y en buen estado						
28	Verificó que se encuentre lubricado el sistema de tracción de la transición de cadenas						
29	Verificó que las cadenas del stacker estén alineadas y en buen estado						
30	Verifique el estado de las cadenas de funcionamiento, puertas móviles, levas, dedos empujadores y las guías de los sobres						
31	Verifique que estén en buen estado las poleas y fajas						
32	Verificó la lubricación del sistema de tracción (cadenas).						
33	Verificó que el sistema de sensores este funcionando adecuadamente						
34	Verificó que el foil este montado y enhebrado correctamente en la máquina						
		Hora inicio:					
		Hora final:					
		Realizado por:					
		Supervisado por:					
OBSERVACIONES:							



En la figura 72 se presenta el formato de ajuste de volantes de las tableteadoras que el fabricante establece. El ajuste de volantes se debe incluir como una de las actividades de mantenimiento preventivo trimestral y anual. Para realizar el ajuste de volantes correctamente se debe anotar los valores reales y ajustados del volante para alcanzar los valores esperados que el fabricante ha establecido.

**Figura 72. Formato de calibración de volantes grupo M**

<b>Ajuste de Escalas de Volantes GRUPO M</b>			
Tableteadora: _____			
Número de Equipo: _____			
	Valor real del volante (mm)	Valor Ajustado al volante(mm)	Valor Esperado
Volante Zona de Prensado (profundidad de inmersión HD)			4.5 mm
Volante Zona de Prensado (profundidad de inmersión presión previa)			4.5 mm
Volante de presión principal (altura)			0.5 mm
Volante de presión previa (posición del macho inferior)			2.0 mm
Volante llenado			15 mm
Barra de levantamiento			Talon del macho al mismo nivel que la matriz
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Realizado por: _____</span> <span>Fecha: _____</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Supervisado por: _____</span> <span>Fecha: _____</span> </div>			

**Figura 73. Formato de tareas trimestral propuesto línea de producción 1.**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL LINEA 1</b>				
Marque con cheque las tareas que se realizaron, con X las tareas que no se realizaron y con un asterisco (*) las tareas en las que se encuentre algo anormal. Explicando en las observaciones porque no se realizaron o que es lo que se observo anormal. NO deje casillas en blanco.				
Año:	Inicio	Día:	Hora:	
Mes:	Final	Día:	Hora:	Realizado
<b>Equipo: Tableadora</b>				
<b>Tareas mecánicas</b>				
1	Revisó que el sistema de presión principal superior no tengan desgaste o rotura			
2	Revisó que los rodillos de presión principal y precompresión no estén golpeados			
3	Revisó que los topes de brazos de soporte estén en la posición correcta y no tengan juego			
4	Revisó que las cavidades de los punzones inferiores permitan el libre movimiento los punzones			
5	Revisó que los frenos de los punzones inferiores (tornillo, palanca basculante y clavija) estén en buen estado y estandarizados a la misma altura			
6	Revisó que los rascadores no estén dañados			
7	Revisó que las rampas de eyección estén en buen estado y que la altura de eyección sea de 0.5 mm			
8	Revisó que el sistema hidráulico tenga accionamiento correcto y no tenga fugas			
8	Niveló la base de la zapata			
9	Calibró la zapata con entrehierro (pasó hoja 0.051mm y no pasó hoja 0.076mm)			
10	Revisó que los niveles de lubricación del sistema hidráulico, lubricación general, caja reductora planetaria y sistema central tornillo sinfin sean los adecuados			
11	Revisó que el sistema hidráulico tenga accionamiento correcto y no tenga fugas			
12	Calibró los volantes usando el formato adjunto de calibración de volantes Tipo M			
				Mecánico que lo realizó:
				Supervisado por:
<b>Tareas eléctricas</b>				
1	Limpió el tablero eléctrico			
2	Limpió los sensores y revisó que funcionen correctamente			
3	Revisó que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas			
4	Revisó que los conectores del ventilador estén en buen estado y apretados			
5	Revisó que los conectores del embrague estén en buen estado y apretados			
6	Revisó que los desviadores de tabletas funcionen correctamente			
7	Revisó que las señales lumínicas funcionen correctamente			
				Eléctrico que lo realizó:
				Supervisado por:
<b>Equipo: Selladora</b>				
<b>Tareas mecánicas</b>				
1	Revisó que el sistema de fajas invertidas funcione correctamente			
2	Revisó que la faja principal no esté dañada			
3	Revisó que los cojinetes de los extremos del transportador principal estén en buen estado			
4	Reemplazó los cojinetes de la cascada (2 de 16002, 3 de 6002 y 1 de 6004)			
5	Recalibró las separaciones de las guías de tabletas			

**Continuación figura 73.**

6	Ajustó la tensión de cadena eje de dedos	
7	Cambió los O-Ring de la Fase I (13) y II (18) de la sección de tirado	
8	Revisó que los cojinetes fijos y ajustables en las fajas de transición tenga movimiento libre y ausencia de desgaste	
9	Lavó las cadenas de empujadores de neopreno	
10	Revisó que las cadenas de empujadores de neopreno tenga movimiento libre y ausencia de empujadores dañados y sprocket dañado	
11	Revisó que los cojinetes de las cadenas de empujadores de neopreno estén en buen estado	
12	Lubricó las cadenas de empujadores de neopreno con aceite ISO 15 H-2	
13	Revisó que los sprockets interiores de las fajas de transición estén en buen estado	
14	Revisó que las cadenas de transición estén en buen estado	
15	Ajustó la cadena del transportador de expedidores	
16	Revisó que los cojinetes de las cadenas de transición estén en buen estado	
17	Revisó que la selladora de cartones 3M funcione correctamente	
18	Arrancó la línea para poner en tiempo con sobre vacío	
		Mecánico que lo realizó:
		Supervisado por:
<b>Tareas eléctricas</b>		
1	Limpió los colectores de los rodos	
2	Limpió los sensores infrarojos de los rodos y revisó que funcionen correctamente	
3	Ajustó los palpadores detección de tableta y revisó que tengan libre accionamiento para evitar marca en el sobre	
4	Limpió el sensor de la cuchilla	
5	Limpió el embrague principal	
6	Limpió el sensor de presencia de tableta	
7	Revisó los sensores de presencia de sobre	
8	Limpió los conectores del tablero principal	
9	Revisó que las señales luminicas funcionen correctamente	
		Eléctrico que lo realizó:
		Supervisado por:
<b>Misceláneos</b>		
1	Revisó que las tuberías de succión estén en buen estado	
2	Revisó que la pintura de las máquinas estén en buen estado	
3	Revisó que el porta contenedores no tenga daños	
4	Revisó que las guardas para el montacargas estén en buen estado	
5	Revisó que las ventilas del gabinete estén limpias	
6	Revisó que los tomacorrientes del gabinete estén en buen estado	
7	Revisó que la toma de aire comprimido esté en buen estado	
8	Revisó que las paredes y el suelo del gabinete estén en buen estado	
9	Revisó que la puerta de emergencia del gabinete sea funcional (suena la alarma, no se abre sin presionar la botonera)	
10	Revisó que la botonera de la puerta de emergencia funcione correctamente	
11	Revisó que la compuerta del gabinete funcione correctamente	
		Persona que lo realizó:
		Supervisado por:
OBSERVACIONES:		

**Figura 74. Formato de tareas anual propuesto línea de producción 1.**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL LINEA 1</b>				
Marque con cheque las tareas que se realizaron, con X las tareas que no se realizaron y con un asterisco (*) las tareas en las que se encuentre algo anormal. Explicando en las observaciones porque no se realizaron o que es lo que se observo anormal. NO deje casillas en blanco.				
Año:	<b>Inicio</b>	Día:	Hora:	
Mes:	<b>Final</b>	Día:	Hora:	<b>Realizado</b>
<b>Equipo: Tableteadora</b>				
<b>Tareas mecánicas</b>				
1	Revisó que el sistema de presión principal superior no tengan desgaste o rotura			
2	Revisó que los rodillos de presión principal y precompresión no estén golpeados			
3	Revisó que los topes de brazos de soporte estén en la posición correcta y no tengan juego			
4	Revisó que las cavidades de los punzones inferiores permitan el libre movimiento los punzones			
5	Revisó que los frenos de los punzones inferiores (tornillo, palanca basculante y clavija) estén en buen estado y estandarizados a la misma altura			
6	Revisó que el sistema hidráulico tenga accionamiento correcto y no tenga fugas			
7	Revisó que los niveles de aceite del sistema hidráulico y lubricación general sean los adecuados			
8	Revisó que los engranajes de las zapatas no tengan desgaste			
9	Revisó que los empaques de la tapadera de la zapata estén en buen estado			
10	Niveló la base de la zapata			
11	Calibró la zapata con entrehierro (pasó hoja 0.051mm y no pasó hoja 0.076mm)			
12	Cambió los rascadores			
13	Cambió las rampas de eyección y revisó que la altura de eyección sea de 0.5 mm			
14	Cambió el aceite ISO 220 H-2 de la caja principal tornillo sinfin			
15	Cambió el aceite ISO 32 H-2 de la caja reductora planetaria			
16	Calibró los volantes usando el formato adjunto de calibración de volantes Tipo M			
17	Ajustó la frecuencia adecuada del vibrador del porta contenedores			
			Mecánico que lo realizó:	
			Supervisado por:	
<b>Tareas eléctricas</b>				
1	Limpió el tablero eléctrico			
2	Limpió los sensores y revisó que funcionen correctamente			
3	Limpió los platinos			
4	Revisó que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas			
5	Revisó que los conectores del ventilador estén en buen estado y apretados			
6	Revisó que los conectores del embrague estén en buen estado y apretados			
7	Revisó que los desviadores de tabletas funcionen correctamente			
8	Revisó que las señales lumínicas funcionen correctamente			
			Eléctrico que lo realizó:	
			Supervisado por:	
<b>Equipo: Selladora</b>				
<b>Tareas mecánicas</b>				
1	Revisó que el sistema de fajas invertidas funcione correctamente			

**Continuación figura 74.**

2	Revisó que la faja principal no esté dañada	
3	Revisó que los cojinetes de los extremos del transportador principal estén en buen estado	
4	Reemplazó los cojinetes de la cascada (2 No. 16002, 3 No. 6002 y 1 No. 6004)	
5	Recalibró las separaciones de las guías de tabletas	
6	Ajustó la tensión de cadena eje de dedos	
7	Cambió los O-Ring de la Fase I (13) y II (18) de la sección de tirado	
8	Revisó que los cojinetes fijos y ajustables en las fajas de transición tenga movimiento libre y ausencia de desgaste	
9	Cambio las cadenas de empujadores de neopreno	
10	Lavó las cadenas de empujadores de neopreno	
11	Revisó que las cadenas de empujadores de neopreno tenga movimiento libre y ausencia de empujadores dañados y sprocket dañado	
12	Revisó que los cojinetes de las cadenas de empujadores de neopreno estén en buen estado	
13	Lubricó las cadenas de empujadores de neopreno con aceite ISO 15 H-2	
14	Revisó que los sprockets interiores de las fajas de transición estén en buen estado	
15	Revisó que las cadenas de transición estén en buen estado	
16	Ajustó la cadena del transportador de expedidores	
17	Revisó que los cojinetes de las cadenas de transición estén en buen estado	
18	Revisó que la selladora de cartones 3M funcione correctamente	
19	Arrancó la línea para poner en tiempo con sobre vacío	
		Mecánico que lo realizó:
		Supervisado por:
<b>Tareas eléctricas</b>		
1	Limpió los colectores de los rodos	
2	Limpió los sensores infrarojos de los rodos y revisó que funcionen correctamente	
3	Limpió el sensor de la cuchilla	
4	Limpió el embrague principal	
5	Limpió los conectores del tablero principal	
6	Ajustó los palpadores de detección de tableta y revisó que tengan libre accionamiento para evitar marca en el sobre	
7	Revisó que las señales luminicas funcionen correctamente	
		Eléctrico que lo realizó:
		Supervisado por:
<b>Misceláneos</b>		
1	Revisó que las tuberías de succión estén en buen estado	
2	Revisó que la pintura de las máquinas estén en buen estado	
3	Revisó que el porta contenedores no tenga daños	
4	Revisó que las guardas para el montacargas estén en buen estado	
5	Revisó que las ventilas del gabinete estén limpias	
6	Revisó que los tomacorrientes del gabinete estén en buen estado	
7	Revisó que la toma de aire comprimido esté en buen estado	
8	Revisó que las paredes y el suelo del gabinete estén en buen estado	
9	Revisó que la puerta de emergencia del gabinete sea funcional (suena la alarma, no se abre sin presionar la botonera)	
10	Revisó que la botonera de la puerta de emergencia funcione correctamente	
11	Revisó que la compuerta del gabinete funcione correctamente	
		Persona que lo realizó:
		Supervisado por:
OBSERVACIONES:		

Los formatos propuestos que se presentaron anteriormente de la línea de producción 1, son más detallados y contienen mayor cantidad de tareas que los actuales con el fin de que el personal de mantenimiento de la empresa realice más eficientemente los mantenimientos preventivos diarios, semanales, trimestrales y anuales de las máquinas de producción de la línea. Además se incluye una sección de misceláneos en donde se describen actividades de inspección preventiva dentro del gabinete donde se encuentra la línea de producción 1.

Los beneficios que tendrá la empresa con la implementación de estos formatos son un mejor control de las tareas de mantenimiento, mayor confiabilidad en la ejecución del mantenimiento, mayor disponibilidad de las máquinas, menos fallos y menores tiempos de paro. Los formatos deben crearse antes de realizar un mantenimiento preventivo y entregarse a la persona responsable de realizar las tareas, posteriormente debe ser revisado por el supervisor que todo se haya realizado de la manera establecida.

#### **4.2.2.2. Línea de producción 4**

La línea de producción 4 está conformada por una máquina tableteadora y una máquina selladora de blister. A continuación se detallan según la frecuencia, las actividades que se tienen que realizar en el mantenimiento preventivo en la línea de producción 4, además se incluyen los insumos que deben utilizarse en las actividades de mantenimiento.

#### 4.2.2.2.1. Diario

##### A. Tableteadora:

- ◆ Aspirar el polvo que se encuentra en la tornamesa y en sus alrededores
- ◆ Aspirar el polvo que se encuentra en los punzones inferiores
- ◆ Limpiar con paño limpio y humedecido con agua las ventanas
- ◆ Revisar que los retenedores de aceite de los punzones superiores e inferiores no estén dañados
- ◆ Revisar que no hayan partes flojas
- ◆ Revisar que no existen signos de desgaste (general) anormal
- ◆ Giró la tornamesa manualmente para determinar libre rotación
- ◆ Revisar que no exista derrame de lubricantes (general)
- ◆ Revisar la operación y el estado de las zapatas y arrastres

##### B. Selladora:

- ◆ Aspirar la tolva de tabletas
- ◆ Aspirar el dosificador de tabletas
- ◆ Lavar con agua caliente la sección de dosificación de tableta al alvéolo
- ◆ Enjuagar con alcohol etílico la sección de dosificación de tableta de alvéolo
- ◆ Aspirar la sección cartonadora
- ◆ Aspirar la sección de cizalla y troquel
- ◆ Limpiar el rodillo sellador con cepillo de bronce
- ◆ Aspirar el cepillo limpiador de los blister
- ◆ Revisar que no exista derrame de lubricantes (general)

#### 4.2.2.2.2. Semanal

##### A. Tableteadora:

- ◆ Revisar que los retenedores de aceite de los punzones superiores e inferiores no estén dañados
- ◆ Revisar que no hayan partes flojas
- ◆ Revisar que no existen signos de desgaste (general) anormal
- ◆ Girar la tornamesa manualmente para determinar libre rotación
- ◆ Revisar que no exista derrame de lubricantes (general)
- ◆ Revisar la operación y el estado de las zapatas y arrastres
- ◆ Revisar que los rascadores estén en buenas condiciones
- ◆ Revisar que el desgaste en el tren de levas y rampas no sea excesivo
- ◆ Revisar que volantes de precompresión y presión principal no estén dañados
- ◆ Revisar el buen estado del sistema hidráulico
- ◆ Verificar que exista el nivel correcto de aceite hidráulico
- ◆ Verificar que exista el nivel correcto de lubricante en el depósito central de lubricación general
- ◆ Verificar que el sistema de distribución de lubricante este en buen estado
- ◆ Verificar el libre accionamiento de las perillas de ajuste (dejarlo aproximadamente en los valores de trabajo normal)

##### B. Selladora:

- ◆ Lavar con agua caliente la sección de dosificación de tableta al alvéolo
- ◆ Enjuagar con alcohol etílico la sección de dosificación de tableta de alvéolo
- ◆ Aspirar la sección cartonadora



- ◆ Aspirar la sección de cizalla y troquel
- ◆ Limpiar el rodillo sellador con cepillo de bronce
- ◆ Lavar con agua caliente la tolva de tabletas
- ◆ Secar con aire comprimido la tolva de tabletas
- ◆ Enjuagar con alcohol etílico la tolva de tabletas
- ◆ Lavar con agua caliente la malla del vibrador
- ◆ Secar con aire comprimido la malla del vibrador
- ◆ Enjuagar con alcohol etílico la malla del vibrador
- ◆ Lavar con agua caliente el dosificador de tabletas
- ◆ Secar con aire comprimido el dosificador de tabletas
- ◆ Enjuagar con alcohol etílico el dosificador de tabletas
- ◆ Lavar el cepillo limpiador de los blister con agua caliente y alcohol etílico
- ◆ Secar con aire comprimido el cepillo limpiador de los blister
- ◆ Enjuagar con alcohol etílico el cepillo limpiador de los blister
- ◆ Desmontar y soplar con aire comprimido la estación de apilado de blister para eliminar polvo adherido
- ◆ Aspirar la transferencia de los blister
- ◆ Desmontar y limpiar con un paño desechable húmedo con alcohol etílico las guías superiores de las cajas
- ◆ Aspirar el gabinete completo de la máquina y todas sus partes periféricas
- ◆ Lubricar la sección de formado con aceite ISO 220 H-1
- ◆ Lubricar el empujador de la transferencia de blister con aceite ISO 220
- ◆ Lubricar el empujador de cajas con aceite ISO 220
- ◆ Lubricar los cojinetes de cizalla y troquel con aceite ISO 220
- ◆ Lubricar el cojinete del rodillo sellador con aceite ISO 220

- ◆ Revisar que no exista derrame de lubricantes (general)
- ◆ Verificar el nivel de aceite lubricante del sistema de engranajes
- ◆ Revisar la plancha de pre-calentamiento si no tiene material adherido
- ◆ Inspeccionar que sea suave el estado de los resortes que detiene el blister al apilarlo

#### **4.2.2.2.3. Trimestral**

##### **A. Tableteadora:**

- ◆ Revisar que los rodillos de presión principal y precompresión no estén golpeados
- ◆ Revisar que los rascadores no estén dañados
- ◆ Revisar que las rampas de eyección estén en buen estado
- ◆ Revisar los niveles de lubricación
- ◆ Revisar que el sistema hidráulico tenga accionamiento correcto y no tenga fugas
- ◆ Calibrar los volantes usando el formato adjunto de calibración de volantes Grupo M
- ◆ Mantenimiento de motor dosificación
- ◆ Mantenimiento de motor principal
- ◆ Revisar que las señales lumínicas funcionen correctamente

##### **B. Selladora:**

- ◆ Revisar que la estación de formado esté limpia y que no existan fugas y daños en empaques
- ◆ Revisar que las mangueras de succión en la estación de formado estén en buen estado
- ◆ Revisar que este en buen estado la fibra fenólica en el excéntrico de la zaranda

- ◆ Revisar que el rodillo, los cojinetes y buje del sistema de sellado estén en buen estado
- ◆ Revisar que el sistema de apilado esté limpio, lubricado y en buen estado los resortes
- ◆ Revisar que no existan daños en el sistema de sisado
- ◆ Revisar que el sistema de troquelado funcione correctamente y no existan daños
- ◆ Revisar que el sistema de avance de blister esté en buen estado
- ◆ Limpiar los sensores y revisar que funcionen correctamente
- ◆ Revisar que el ventilador este en buen estado y que funcione correctamente
- ◆ Revisar que los contactores funcionen correctamente
- ◆ Revisar que el sistema electrónico de control funcione correctamente
- ◆ Revisar el sistema de calefacción
- ◆ Revisar que el motor principal esté en buen estado y funcione correctamente
- ◆ Revisar que las señales lumínicas funcionen correctamente

#### **4.2.2.2.4. Semestral**

No es necesario un mantenimiento preventivo semestral debido a que se realizarían las mismas actividades del mantenimiento trimestral.

#### **4.2.2.2.5. Anual**

A. Tableteadora:

- ◆ Revisar que los rodillos de presión principal y precompresión no estén golpeados
- ◆ Revisar que los rascadores no estén dañados

- ◆ Revisar que las rampas de eyección estén en buen estado
- ◆ Revisar que los niveles de aceite del sistema hidráulico y lubricación general sean los adecuados
- ◆ Revisar que el sistema hidráulico tenga accionamiento correcto y no tenga fugas
- ◆ Revisar que los amortiguadores del sistema hidráulico funcionen correctamente
- ◆ Cambiar los rascadores
- ◆ Cambiar las rampas de elevación
- ◆ Cambiar el aceite ISO 220 H-2 del sistema central tornillo sinfín
- ◆ Calibrar los volantes usando el formato adjunto de calibración de volantes Grupo M
- ◆ Mantenimiento de motor dosificación
- ◆ Mantenimiento de motor principal
- ◆ Revisar que las señales lumínicas funcionen correctamente

#### B. Selladora:

- ◆ Revisar que la estación de formado esté limpia y que no existan fugas y daños en empaques
- ◆ Revisar que las mangueras de succión en la estación de formado estén en buen estado
- ◆ Revisar que este en buen estado la fibra fenólica en el excéntrico de la zaranda
- ◆ Revisar que el rodillo, los cojinetes y buje del sistema de sellado estén en buen estado
- ◆ Revisar que el sistema de apilado esté limpio, lubricado y en buen estado los resortes
- ◆ Revisar que no existan daños en el sistema de sisado

- ◆ Revisar que el sistema de troquelado funcione correctamente y no existan daños
- ◆ Revisar que el sistema de avance de blister esté en buen estado
- ◆ Cambiar los cojinetes del extremo del transportador principal
- ◆ Cambiar el aceite ISO 68 H-2 y filtro de lubricación en el sistema de engranajes
- ◆ Limpiar los sensores y revisar que funcionen correctamente
- ◆ Revisar que el ventilador este en buen estado y que funcione correctamente
- ◆ Revisar que los contactores funcionen correctamente
- ◆ Revisar que el sistema electrónico de control funcione correctamente
- ◆ Revisar el sistema de calefacción
- ◆ Revisar que el motor principal esté en buen estado y funcione correctamente
- ◆ Revisar que las señales lumínicas funcionen correctamente

En la figura 75 y 76 se muestran los formatos de mantenimiento preventivo propuestos diario y semanal de las máquinas de la línea de producción 4. A comparación de los formatos anteriores de la figura 58, 59, 60 y 61, los formatos de la figura 75 y 76 agrupan las actividades diarias y semanales en un solo formato y describen con mayor detalle las tareas de mantenimiento. Además se clasifican según la actividad que pertenecen ya sea limpieza, lubricación o inspección. En estos formatos deben registrarse las actividades, la fecha, la hora, la persona y el supervisor cuando se realizó el mantenimiento.

En la figura 78 y 79 se muestra el formato de mantenimiento preventivo trimestral y anual de la línea 4. La empresa no tiene actualmente un formato de mantenimiento preventivo trimestral ni anual de esta línea. En estos formatos se

detallan con mayor claridad las tareas mecánicas y eléctricas que se deben realizar a cada máquina de la línea de producción 4.

**Figura 75. Formato de tareas diaria y semanal propuesto tableteadora línea 4**

EQUIPO: TABLETEADORA LÍNEA 4									
Marque con cheque las tareas que se realizaron, con X las tareas que no se realizaron y con un asterisco(*) las tareas en las que se encuentre algo anormal. Explicando en las observaciones porque no se realizaron o que es lo que se observo anormal. NO deje casillas en blanco.									
			Diario				Semanal		
Año:	Mes:	Día:							
TAREAS									
Limpieza									
1	Aspiró el polvo que se encuentra en la tornamesa y en sus alrededores								
2	Aspiró el polvo que se encuentra en los punzones inferiores								
3	Limpió con paño limpio y humedecido con agua las ventanas								
4	Aspiró el polvo que se encuentra dentro del área inferior de la máquina y el porta contenedores								
5	Lavó las guardas y las guías para las zapatas con agua y detergente líquido								
6	Lavó los punzones y las matrices con alcohol etílico antes y después de lavarlos con agua y detergente líquido								
7	Limpió los agujeros de los punzones utilizando alcohol y cepillos circulares de cerda plástica								
8	Secó inmediatamente con un paño limpio y seco								
9	Enjuagó las partes en contacto con el producto con agua purificada								
10	Enjuagó finalmente con alcohol etílico las partes en contacto con el producto								
11	Limpió la zona periférica de la máquina con un paño desechable húmedo con alcohol etílico								
Lubricación									
1	Lubricó los punzones superiores e inferiores aceite ISO 220 H-1								
2	Lubricó el rodillo de compresión principal con grasa NLGI 1 H-1								
3	Lubricó el rodillo de pre-compresión con grasa NLGI 1 H-1								
Inspección									
1	Revisó que los retenedores de aceite de los punzones superiores e inferiores no estén dañados								
2	Revisó que no hayan partes flojas								
3	Revisó que no existen signos de desgaste (general) anormal								
4	Giró la tornamesa manualmente para determinar libre rotación								
5	Revisó que no exista derrame de lubricantes (general)								
6	Revisó la operación y el estado de las zapatas y arrastres								
7	Revisó que los rascadores estén en buenas condiciones								
8	Revisó que el desgaste en el tren de levas y rampas no sea excesivo								
9	Revisó que volantes de precompresión y presión principal no estén dañados								
10	Revisó el buen estado del sistema hidráulico								
11	Verificó que exista el nivel correcto de aceite hidráulico								
12	Verificó que exista el nivel correcto de lubricante en el depósito central de lubricación general								
13	Verificó que el sistema de distribución de lubricante este en buen estado								
14	Verificó el libre accionamiento de las perillas de ajuste (dejarlo aproximadamente en los valores de trabajo normal)								
15	Dosificación:								
16	Distancia entre punzones en la compresión:								
17	Distancia entre punzones en la precompresión:								
			Hora inicio:						
			Hora final:						
			Realizado por:						
			Supervisado por:						
OBSERVACIONES:									

**Figura 76. Formato de tareas diaria y semanal propuesto selladora línea 4**

EQUIPO: <b>SELLADORA LINEA 4</b>									
Marque con cheque las tareas que se realizaron, con X las tareas que no se realizaron y con un asterisco(*) las tareas en las que se encuentre algo anormal. Explicando en las observaciones porque no se realizaron o que es lo que se observo anormal. NO deje casillas en blanco.									
			Diario				Semanal		
Año:	Mes:	Día:							
TAREAS									
Limpieza									
1	Aspiró la tolva de tabletas								
2	Aspiró el dosificador de tabletas								
3	Lavó con agua caliente la sección de dosificación de tableta al alvéolo								
4	Enjuagó con alcohol etílico la sección de dosificación de tableta de alvéolo								
5	Aspiró la sección cartonadora								
6	Aspiró la sección de ciza y troquel								
7	Limpió el rodillo sellador con cepillo de bronce								
8	Aspiró el cepillo limpiador de los blister								
9	Lavó con agua caliente la tolva de tabletas								
10	Secó con aire comprimido la tolva de tabletas								
11	Enjuagó con alcohol etílico la tolva de tabletas								
12	Lavó con agua caliente la malla del vibrador								
13	Secó con aire comprimido la malla del vibrador								
14	Enjuagó con alcohol etílico la malla del vibrador								
15	Lavó con agua caliente el dosificador de tabletas								
16	Secó con aire comprimido el dosificador de tabletas								
17	Enjuagó con alcohol etílico el dosificador de tabletas								
18	Lavó el cepillo limpiador de los blister con agua caliente y alcohol etílico								
19	Secó con aire comprimido el cepillo limpiador de los blister								
20	Enjuagó con alcohol etílico el cepillo limpiador de los blister								
21	Desmontó y sopló con aire comprimido la estación de apilado de blister para eliminar polvo adherido								
22	Aspiró la transferencia de los blister								
23	Desmontó y limpió con un paño desechable húmedo con alcohol etílico las guías superiores de las cajas								
24	Aspiró el gabinete completo de la máquina y todas sus partes periféricas								
Lubricación									
1	Lubricó la sección de formado con aceite ISO 220 H-1								
2	Lubricó el empujador de la transferencia de blister con aceite ISO 220								
3	Lubricó el empujador de cajas con aceite ISO 220								
4	Lubricó los cojinetes de ciza y troquel con aceite ISO 220								
5	Lubricó el cojinete del rodillo sellador con aceite ISO 220								
Inspección									
1	Revisó que no exista derrame de lubricantes (general)								
2	Verifique el nivel de aceite lubricante del sistema de engranajes								
3	Revisó la plancha de pre-calentamiento si no tiene material adherido								
4	Inspeccionó que sea suave el estado de los resortes que detiene el blister al apilarlo								
						Hora inicio:			
						Hora final:			
						Realizado por:			
						Supervisado por:			
OBSERVACIONES:									

**Figura 77. Formato de tareas trimestral propuesto línea de producción 4**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL LINEA 4</b>				
Marque con cheque las tareas que se realizaron, con X las tareas que no se realizaron y con un asterisco (*) las tareas en las que se encuentre algo anormal. Explicando en las observaciones porque no se realizaron o que es lo que se observo anormal. NO deje casillas en blanco.				
Año:	<b>Inicio</b>	Día:	Hora:	
Mes:	<b>Final</b>	Día:	Hora:	<b>Realizado</b>
<b>Equipo: Tableteadora</b>				
<b>Tareas mecánicas</b>				
1	Revisó que los rodillos de presión principal y precompresión no estén golpeados			
2	Revisó que los rascadores no estén dañados			
3	Revisó que las rampas de eyección estén en buen estado			
4	Revisó los niveles de lubricación			
5	Revisó que el sistema hidráulico tenga accionamiento correcto y no tenga fugas			
6	Calibró los volantes usando el formato adjunto de calibración de volantes Tipo M			
			Mecánico que lo realizó:	
			Supervisado por:	
<b>Tareas eléctricas</b>				
1	Mantenimiento de motor dosificación			
2	Mantenimiento de motor principal			
3	Revisó que las señales lumínicas funcionen correctamente			
			Eléctrico que lo realizó:	
			Supervisado por:	
<b>Equipo: Selladora</b>				
<b>Tareas mecánicas</b>				
1	Revisó que la estación de formado esté limpia y que no existan fugas y daños en empaques			
2	Revisó que las mangueras de succión en la estación de formado estén en buen estado			
3	Revisó que este en buen estado la fibra fenolica en el excéntrico de la zaranda			
4	Revisó que el rodo, los cojinetes y buje del sistema de sellado estén en buen estado			
5	Revisó que el sistema de apilado esté limpio, lubricado y en buen estado los resortes			
6	Revisó que no existan daños en el sistema de sizado			
7	Revisó que el sistema de troquelado funcione correctamente y no existan daños			



**Continuación figura 77.**

8	Revisó que el sistema de avance de blister esté en buen estado	
		Mecánico que lo realizó:
		Supervisado por:
<b>Tareas eléctricas</b>		
1	Limpió los sensores y revisó que funcionen correctamente	
2	Revisó que el ventilador este en buen estado y que funcione correctamente	
3	Revisó que los contactores funcionen correctamente	
4	Revisó que el sistema electrónico de control funcione correctamente	
5	Revisó el sistema de calefacción	
6	Revisó que el motor principal esté en buen estado y funcione correctamente	
7	Revisó que las señales luminicas funcionen correctamente	
		Eléctrico que lo realizó:
		Supervisado por:
<b>Misceláneos</b>		
1	Revisó que las tuberías de succión estén en buen estado	
2	Revisó que la pintura de las máquinas estén en buen estado	
3	Revisó que el porta contenedores no tenga daños	
4	Revisó que las guardas para el montacargas estén en buen estado	
5	Revisó que las ventilas del gabinete estén limpias	
6	Revisó que los tomacorrientes del gabinete estén en buen estado	
7	Revisó que la toma de aire comprimido esté en buen estado	
8	Revisó que las paredes y el suelo del gabinete estén en buen estado	
9	Revisó que la puerta de emergencia del gabinete sea funcional (suena la alarma, no se abre sin presionar la botonera	
10	Revisó que la botonera de la puerta de emergencia funcione correctamente	
11	Revisó que la compuerta del gabinete funcione correctamente	
		Persona que lo realizó:
		Supervisado por:
OBSERVACIONES:		

**Figura 78. Formato de tareas anual propuesto línea de producción 4**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL LINEA 4</b>				
Marque con cheque las tareas que se realizaron, con X las tareas que no se realizaron y con un asterisco (*) las tareas en las que se encuentre algo anormal. Explicando en las observaciones porque no se realizaron o que es lo que se observo anormal. NO deje casillas en blanco.				
Año:	<b>Inicio</b>	Día:	Hora:	
Mes:	<b>Final</b>	Día:	Hora:	<b>Realizado</b>
<b>Equipo: Tableteadora</b>				
<b>Tareas mecánicas</b>				
1	Revisó que los rodillos de presión principal y precompresión no estén golpeados			
2	Revisó que los rascadores no estén dañados			
3	Revisó que las rampas de eyección estén en buen estado			
4	Revisó que los niveles de aceite del sistema hidráulico y lubricación general sean los adecuados			
5	Revisó que el sistema hidráulico tenga accionamiento correcto y no tenga fugas			
6	Revisó que los amortiguadores del sistema hidraulico funcionen correctamente			
7	Cambió los rascadores			
8	Cambió las rampas de elevación			
9	Cambió el aceite ISO 220 H-2 del sistema central tornillo sinfín			
10	Calibró los volantes usando el formato adjunto de calibración de volantes Grupo M			
			Mecánico que lo realizó:	
			Supervisado por:	
<b>Tareas eléctricas</b>				
1	Mantenimiento de motor dosificación			
2	Mantenimiento de motor principal			
3	Revisó que las señales lumínicas funcionen correctamente			
			Eléctrico que lo realizó:	
			Supervisado por:	
<b>Equipo: Selladora</b>				
<b>Tareas mecánicas</b>				
1	Revisó que la estación de formado esté limpia y que no existan fugas y daños en empaques			
2	Revisó que las mangueras de succión en la estación de formado estén en buen estado			
3	Revisó que este en buen estado la fibra fenolica en el excéntrico de la zaranda			
4	Revisó que el rodo, los cojinetes y buje del sistema de sellado estén en buen estado			
5	Revisó que el sistema de apilado esté limpio, lubricado y en buen estado los resortes			
6	Revisó que no existan daños en el sistema de cizado			

**Continuación figura 78.**

7	Revisó que el sistema de troquelado funcione correctamente y no existan daños	
8	Revisó que el sistema de avance de blister esté en buen estado	
9	Cambió los cojinetes del extremo del transportador principal	
10	Cambió el aceite ISO 68 H-2 y filtro de lubricación en el sistema de engranajes	
		Mecánico que lo realizó:
		Supervisado por:
<b>Tareas eléctricas</b>		
1	Limpió los sensores y revisó que funcionen correctamente	
2	Revisó que el ventilador este en buen estado y que funcione correctamente	
3	Revisó que los contactores funcionen correctamente	
4	Revisó que el sistema electrónico de control funcione correctamente	
5	Revisó que el motor principal esté en buen estado y funcione correctamente	
6	Revisó que las señales luminicas funcionen correctamente	
		Eléctrico que lo realizó:
		Supervisado por:
<b>Misceláneos</b>		
1	Revisó que las tuberías de succión estén en buen estado	
2	Revisó que la pintura de las máquinas estén en buen estado	
3	Revisó que el porta contenedores no tenga daños	
4	Revisó que las guardas para el montacargas estén en buen estado	
5	Revisó que las ventilas del gabinete estén limpias	
6	Revisó que los tomacorrientes del gabinete estén en buen estado	
7	Revisó que la toma de aire comprimido esté en buen estado	
8	Revisó que las paredes y el suelo del gabinete estén en buen estado	
9	Revisó que la puerta de emergencia del gabinete sea funcional (suena la alarma, no se abre sin presionar la botonera	
10	Revisó que la botonera de la puerta de emergencia funcione correctamente	
11	Revisó que la compuerta del gabinete funcione correctamente	
		Persona que lo realizó:
		Supervisado por:
OBSERVACIONES:		

Los formatos propuestos que se presentaron anteriormente de la línea de producción 4, son más detallados y contienen mayor cantidad de tareas que los actuales con el fin de que el personal de mantenimiento de la empresa realice más eficientemente los mantenimientos preventivos diarios, semanales, trimestrales y anuales de las máquinas de producción de la línea. Además se incluye una sección de misceláneos en donde se describen actividades de inspección preventiva dentro del gabinete donde se encuentra la línea de producción 4.

Los beneficios que tendrá la empresa con la implementación de estos formatos son un mejor control de las tareas de mantenimiento, mayor confiabilidad en la ejecución del mantenimiento, mayor disponibilidad de las máquinas, menos fallos y menores tiempos de paro. Los formatos deben crearse antes de realizar un mantenimiento preventivo y entregarse a la persona responsable de realizar las tareas, posteriormente debe ser revisado por el supervisor que todo se haya realizado de la manera establecida.

#### **4.3. Índice de desempeño del mantenimiento preventivo**

Para obtener un índice de desempeño del mantenimiento preventivo del plan propuesto se tiene que poner en práctica el plan. Se realizará una proyección del índice de desempeño de mantenimiento con datos estimados actuales de las líneas principales de la empresa. Para ello es necesario conocer la disponibilidad de las máquinas en el tiempo planeado de producción, la cantidad de producto elaborado y la cantidad de productos de calidad; que a continuación se describe como obtener estos datos según las necesidades de la empresa.

#### 4.3.1. Índice de disponibilidad

El índice de disponibilidad es la relación del tiempo real que la línea estuvo trabajando con el total del tiempo disponible en una jornada de trabajo. Indica el porcentaje del tiempo total en que la línea estuvo trabajando.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de producción planeado} - \text{Tiempo muerto no planeado}}{\text{Tiempo de producción planeado}}$$

En la empresa se trabaja dos turnos de producción, el primero es de 6:00 a 15:00 horas con media hora de refacción donde se detienen las líneas de producción, el segundo es de 11:00 a 19:30 horas; lo que el tiempo de producción planeado diario de las máquinas es de 13 horas.

El tiempo muerto no planeado es el tiempo que se detuvo la línea por trabajos de mantenimiento, los cuales están registrados en las bitácoras diarias de las líneas. Generalmente el tiempo muerto no planeado en un día sin mayores complicaciones de mantenimiento es de hora y media.

Utilizando los datos estimados que se mencionaron anteriormente se obtiene un índice de disponibilidad proyectada de 0.88.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{13 \text{ horas} - 1.5 \text{ horas}}{13 \text{ horas}} = 0.88$$

#### 4.3.2. Eficiencia

Existen tres factores que afectan la eficiencia de la línea en la empresa: la disponibilidad de las máquinas, la velocidad de las máquinas y la calidad del

producto. La disponibilidad es afectada por la preparación, ajustes y fallas de las máquinas. La calidad del producto es afectado por los defectos del proceso y las pérdidas de arranque. En Bayer S.A. la calidad del producto es factor de suma importancia.

El índice de velocidad es la relación de la cantidad real de producción obtenida con la cantidad planeada de producción que se espera obtener. Indica el porcentaje de la velocidad máxima en que la línea esta trabajando.

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Cantidad real de producción}}{\text{Cantidad planeada de producción}}$$

La cantidad real de producción se obtiene cuantificando el inventario de producto terminado que produce la línea, la cantidad planeada de producción se obtiene con la velocidad nominal de la línea multiplicado por el tiempo de trabajo de la línea. Estimando una producción real promedio diaria de 1,850,000 tabletas y una velocidad nominal estimada de la línea de 150,000 tabletas por hora multiplicado por 13 horas de tiempo estimado de trabajo se obtiene 2,015,000 tabletas por día, dando un índice de velocidad proyectada de 0.92.

$$\text{Velocidad} = \frac{1,850,000 \text{ unidades/día}}{2,015,000 \text{ unidades/día}} = 0.92$$

El índice de la calidad del producto es la relación de la cantidad real obtenida dentro del rango de calidad con la cantidad total obtenida de la línea. Indica el porcentaje de unidades en buen estado del total producidas de la línea.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad real de producción} - \text{Cantidad no aceptada}}{\text{Cantidad real de producción}}$$

Para obtener la cantidad no aceptada de productos se puede cuantificar el producto desechado en los depósitos de desperdicio que se obtienen de las líneas de producción. Estimando una cantidad desechada por no cumplir con los parámetros de calidad de 30,000 unidades por día, se obtiene un índice de calidad proyectada de

$$\text{Calidad} = \frac{1,850,000 - 30,000}{1,850,000} = 0.98$$

Teniendo los tres índices mencionados anteriormente, disponibilidad, velocidad y calidad se puede obtener la eficiencia global de la línea se multiplicando estos tres índices.

$$\text{Eficiencia} = \text{disponibilidad} \times \text{velocidad} \times \text{calidad}$$

Con los datos estimados utilizados anteriormente se obtiene una proyección del índice de eficiencia del mantenimiento de 0.79

$$\text{Eficiencia} = 0.88 \times 0.92 \times 0.98 = 0.79$$

El índice de eficiencia de la línea indica el desempeño del mantenimiento preventivo. Dentro de mayor sea la eficiencia de la línea, mayor es el desempeño del mantenimiento preventivo. Esto significa que el mantenimiento preventivo se realiza correctamente y cumple con su objetivo principal.





## **5. PROPUESTA DE UN MANUAL DE LUBRICANTES DE GRADO ALIMENTICIO**

Debido al avance tecnológico para el desarrollo de nuevos lubricantes que se adecuan cada vez más a las necesidades de las máquinas como a las del producto que se elabora en ellas, en este capítulo se recopila la mayor cantidad posible de información sobre lubricantes grado alimenticio mas apropiados para las máquinas de producción de la empresa y que pueden ser adquiridos en el país.

### **5.1. Proveedores de lubricantes grado alimenticio en el país**

Se tuvo que realizar una investigación de empresas que distribuyen lubricantes grado alimenticio con el fin de encontrar posibles proveedores para la empresa, en caso que se requiera cambiar el lubricante que se utiliza actualmente o ya se que el actual proveedor no cumpla con los requisitos que la empresa exige. Teniendo un listado de proveedores ya elaborada, no se requerirá mucho tiempo en investigar y localizar a los proveedores cuando se requiera de estos. Después de investigar en varias empresas que distribuyen lubricantes para maquinaria, se encontró que la mayoría de ellas se dedica únicamente a la distribución de lubricantes no grado alimenticio y es una minoría que distribuye algún lubricante grado alimenticio entre sus productos.

En la tabla siguiente se puede encontrar los nombres de empresas que proveen algún producto lubricante grado alimenticio en el país.

**Tabla IV. Proveedores de lubricantes grado alimenticio en el país.**

<b>NOMBRE DE LA EMPRESA</b>	<b>DIRECCIÓN</b>	<b>TELÉFONO</b>	<b>MARCA</b>
ABINSA	Calzada Aguilar Batres 11-35 zona 12	2440-2148	Omega
Grupo Mistral	11 calle 3-15 zona 13	2475-1664	Lubriplate
Lubricantes Especializados S.A.	Diagonal 6, 10-65 zona 10 Torre I Oficina 901	2331-6790	Swepco
Lubricantes Internacionales de Guatemala S.A.	29 calle 2-81 zona 12 colonia El Carmen	2476-7802	Chevron
MUBESA	11 calle 10-01 zona 12	2472-1882	Citgo Mystik
Nativo	Km 17.5 carretera a San José Pinula, Empresarial San José, Interior No. 8	6637-5289	Klüber
Shell Guatemala S.A.	2da. Calle 8-01 zona 14 Edificio Las Conchas	2285-1800	Shell
Texaco Guatemala Inc.	Avenida Petapa 23-01 zona 12	2445-9898	Texaco
Tritech	5ª. Avenida 5-55 zona 14 Europlaza Torre II, 2do. nivel	2285-9185	Castrol

## **5.2. Lubricantes que ofrecen los proveedores**

Los lubricantes que se mencionan en las tablas V y VI son lubricantes sustitutos de los actuales que utiliza la empresa, con el fin de que cuando se requiera cambio de lubricante, ya se tiene el conocimiento de alguno que puede sustituir al actual sin que repercuta en el funcionamiento de la máquina. Posteriormente se describen las características, beneficios, especificaciones y usos recomendados de estos lubricantes.

### 5.2.1. Aceite

En la siguiente tabla se nombran los aceites que ofrecen las empresas que son los recomendados para la lubricación de las máquinas de producción de la planta.

**Tabla V. Aceites grado alimenticio que ofrecen las empresas.**

NOMBRE DE LA EMPRESA	NOMBRE DE ACEITES LUBRICANTES
Grupo Mistral	Lubriplate FMO/AW – 220 Lubriplate FMO/AW – 68 Lubriplate FMO/AW – 32
Lubricantes Internacionales de Guatemala S.A.	Chevron Lubricating Oil FM ISO – 220 Chevron Lubricating Oil FM ISO – 68 Chevron Lubricating Oil FM ISO – 32
MUBESA	Mystik FG/Gear Food Machinery Gears Oils – 220 Mystik FG/AW Food Machinery Oils – 68 Mystik FG/AW Food Machinery Oils – 32
Nativo	Klüberpharma UH1 4 – 220 Klubesynth UH1 4 – 32 Klüberoil GEM 1 – 220 Klüberoil GEM 1 – 68 Klüberbsynth GH 6 – 32
Shell Guatemala S.A.	Cassida Fluid GL 220 Cassida Fluid HF 32
Texaco Guatemala Inc.	Cygnus Gear Oil 220 Cygnus Hydraulic 32
Tritech	Tribol 878 Food Machinery Oil – 68 Tribol 878 Food Machinery Oil – 32

### 5.2.2. Grasa

En la siguiente tabla se nombran las grasas ofrecidas por las empresas que son de interés para la lubricación de las máquinas de producción de la empresa.

**Tabla VI. Grasas grado alimenticio que ofrecen las empresas.**

NOMBRE DE LA EMPRESA	NOMBRE DE GRASAS LUBRICANTES
ABINSA	Omega 58 Grease
Grupo Mistral	Lubriplate Food Machinery Grease FGL- 1 Lubriplate Food Machinery Grease FGL- 2
Lubricantes Especializados S.A.	Swepco 115 Food Machinery Grease
Lubricantes Internacionales de Guatemala S.A.	Chevron FM Grease EP NLGI 1 Chevron FM Grease EP NLGI 2
MUBESA	Mystik FGHT – Supreme 2
Nativo	Klüber Paraliq 351 GA Klüber Barrierta L 55/2
Shell Guatemala S.A.	Cassida Grease HTS 2
Texaco Guatemala Inc.	Cygnus Grease 1 Cygnus Grease 2
Tritech	Optimol Obeen UF NLGI 1 Optimol Obeen UF NLGI 2 Molub - Alloy 823 FM Grease 2

### 5.2.3. Tipo y especificaciones de los lubricantes

Algunas especificaciones que se toman en cuenta para la elección de lubricante grado alimenticio son las siguientes:

- ◆ Clasificación USDA: homologación como un lubricante para productos alimenticios o como lubricante especial para la industria alimenticia concedido por USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), para obtener la homologación de un lubricante para productos alimenticios se tiene que demostrar que el lubricante solo contiene sustancias que satisfacen los elevados requisitos de pureza impuestos por la FDA (Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos). La homologación USDA esta dividida en dos categorías: USDA H-1 y USDA H-2.

El marcaje H-1 se concede a lubricantes grado alimenticio que puedan utilizarse en puntos de fricción en máquinas e instalaciones de la industria alimenticia y farmacéutica, allí donde puede existir un contacto ocasional técnicamente inevitable entre los alimentos y el lubricante. El marcaje H-2 se concede a aquellos lubricantes que puedan ser recomendados en la industria alimenticia y farmacéutica, siempre que sea imposible un contacto con los alimentos.

- ◆ Grado ISO: La Organización Internacional de Estándares (ISO) ha creado un sistema de grado de viscosidad el cual especifica el rango de viscosidades de aceites lubricantes industriales.
- ◆ Índice de viscosidad: utilizado para expresar el grado de cambio de la viscosidad de un aceite con un cambio de temperatura. Un nivel

elevado en el cambio de la viscosidad con variaciones en la temperatura viene indicado por una baja viscosidad, mientras que las pequeñas variaciones en la viscosidad son características de un elevado índice de viscosidad. Por lo general un índice de viscosidad elevado se considera un factor de calidad en los lubricantes.

- ◆ Punto de inflamabilidad: menor temperatura a la que una llama surgirá sobre la superficie de un aceite calentado según las condiciones especificadas.
- ◆ Punto de congelación: temperatura mas baja a la cual el aceite deja de fluir.
- ◆ Grado NLGI: Prueba física establecida por el Instituto Nacional de Grasas Lubricantes (NLGI) para definir la consistencia de las grasas. Escala numérica para la clasificación de la gama de consistencias de las grasas de lubricación. Los grados NLGI están en orden de menor a mayor consistencia.
- ◆ Base: Todas las grasas tienen una base de jabón para impartirle cuerpo y ciertas características. Los tipos de jabones metálicos empleados en la elaboración de grasas son los de calcio, sodio, litio, bario y aluminio. Además, existen algunas grasas que no tienen base de jabón sino un compuesto químico que les da ciertas características especiales.
- ◆ Punto de goteo: Temperatura a la cual la grasa pasa de estado semisólido a líquido. El punto de goteo ayuda a determinar la máxima temperatura a la cual la grasa lubricaría y se mantendría en su lugar.

En las siguientes tablas se describen, según su tipo, las características y especificaciones de los lubricantes grado alimenticio que se mencionaron anteriormente, para que el personal de mantenimiento de la empresa tenga información técnica disponible cuando se requiera realizar un cambio de lubricante en las máquinas de producción y puedan decidir con un mejor criterio el lubricante que reemplazará el actual.

**Tabla VII. Especificaciones de aceites lubricantes grado alimenticio que ofrecen las empresas.**

Aceite Lubricante	Clasificación USDA	Grado ISO	Índice de viscosidad	Punto de inflamabilidad °C	Punto de congelación °C	Características	Aplicación Recomendada
Cassida Fluid HF 32	H-1	32	140	222	-60	Aceite sintético. Protección antidesgaste y corrosión. Excelente separación con el agua y el aire. Mínima variación de viscosidad con la temperatura.	Sistemas hidráulicos, rodamientos y propósitos generales
Cassida Fluid GL 220	H-1	220	143	276	-48	Aceite sintético. Resistente a la oxidación. Excelentes propiedades de extrema presión. Mínima variación de viscosidad con la temperatura.	Lubricación de engranajes encerrados
Chevron FM 220	H-1	220	112	240	-9	Protección antidesgaste, oxidación y corrosión. Separabilidad del agua y antiespumante. Lubricante parafínico.	Engranajes y propósitos generales



Continuación tabla VII.

Aceite Lubricante	Clasificación USDA	Grado ISO	Índice de viscosidad	Punto de inflamabilidad °C	Punto de congelación °C	Características	Aplicación Recomendada
Chevron FM 32	H-1	32	100	204	-9	Protección anti-desgaste, oxidación y corrosión. Separabilidad del agua. Lubricante parafínico.	Hidráulica y propósitos generales
Chevron FM 68	H-1	68	102	216	-9	Protección anti-desgaste, oxidación y corrosión. Separabilidad del agua. Lubricante parafínico.	Hidráulica y propósitos generales
Cygnus Gear Oil 220	H-1	220	96	176	-12	Aceite mineral blanco. Protección antioxidación, herrumbre, desgaste. Excelente demulsibilidad. Resistente a la formación de espuma.	Sistemas de circulación y engranajes de extrema presión.

Continuación tabla VII.

Aceite Lubrificante	Clasificación USDA	Grado ISO	Índice de viscosidad	Punto de inflamabilidad °C	Punto de congelación °C	Características	Aplicación Recomendada
Cygnus Hydraulic 32	H-1	32	106	201	-9	Aceite mineral blanco. Protección anti desgaste, herrumbre, oxidación y corrosión. Buenas propiedades de separación del agua.	Sistemas hidráulicos, propósitos generales, cojinetes y sistemas neumáticos.
Klüberoil GEM 1 – 220	H-2	220	95	200	-10	Aceite mineral. Protección anti desgaste y corrosión. No contiene silicón.	Puntos de fricción sujetos a cargas altas en ruedas dentadas, engranajes cónicos, tornillos sinfín, rodamientos, ejes, cadenas, guías, juntas y acoples dentados.
Klüberoil GEM 1 – 68	H-2	68	100	200	-20	Baja tendencia de espuma. Resisten al envejecimiento y oxidación.	

Continuación tabla VII.

Aceite Lubrificante	Clasificación USDA	Grado ISO	Índice de viscosidad	Punto de inflamabilidad °C	Punto de congelación °C	Características	Aplicación Recomendada
Klüberphar ma UH1 4 – 220	H-1	220	130	200	-15	Aceite lubricante sintético. Protección contra el desgaste en particular sobre bronce.	Lubricación de punzones y guías de bronce en tableteadoras
Klüber synth GH 6 – 32	H-2	32	150	220	-45	Aceite sintético a base de poliglicol. Extremadamente resistente al envejecimiento y a la oxidación. Buen comportamiento viscosidad-temperatura. Excelente adecuación para las altas temperaturas.	Lubricación de engranajes cónicos y rectos, tornillos sin fin, rodamientos y cojinetes liso, acoplamiento de dientes.

Continuación tabla VII.

Aceite Lubricante	Clasificación USDA	Grado ISO	Índice de viscosidad	Punto de inflamabilidad °C	Punto de congelación °C	Características	Aplicación Recomendada
Klubersynth UH1 4 – 32	H-1	32	Información no disponible	200	-35	Aceite lubricante sintético. Amplio campo de temperatura de uso. Protección contra la oxidación y corrosión. Excelente comportamiento a baja temperatura. Elevada capacidad de carga.	Compresores rotativos y de paletas. Sistemas hidráulicos
Lubriplate FMO/AW 220	H-1	220	100	266	-15	Protección anti desgaste. Aceite mineral blanco.	Reductores y sistemas de lubricación central
Lubriplate FMO/AW 32	H-1	32	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Protección antidesgaste. Aceite mineral blanco.	Sistemas hidráulicos y neumáticos
Lubriplate FMO/AW 68	H-1	68	103	254	-23	Protección antidesgaste. Aceite mineral blanco.	Sistemas de circulación y baño

Continuación tabla VII.

Aceite Lubricante	Clasificación USDA	Grado ISO	Índice de viscosidad	Punto de inflamabilidad °C	Punto de congelación °C	Características	Aplicación Recomendada
Mystik FG/AW – 32	H-1	32	91	196	-26	Inhibidores contra la oxidación, desgaste, herrumbre. Aceite mineral blanco.	Propósitos generales y sistemas hidráulicos de presión media.
Mystik FG/AW – 68	H-1	68	87	216	-25	Inhibidores contra la oxidación, desgaste, herrumbre. Aceite mineral blanco.	Propósitos generales y sistemas hidráulicos de presión media.
Mystik FG/Gear 220	H-1	220	128	204	-17	Inhibidores contra la oxidación, desgaste, herrumbre. Aceite mineral blanco.	Engranajes
Tribol 878 Food Machinery Oil – 32	H-1	32	96	199	-23	Aceite mineral blanco. Protección antidesgaste. Inhibidor de oxígeno y espuma.	Sistema hidráulicos, rodamientos, ejes, levas, cadenas, engranajes, guías y propósitos generales
Tribol 878 Food Machinery Oil – 68	H-1	68	98	216	-21		

**Tabla VIII. Especificaciones de grasas lubricantes grado alimenticio que ofrecen las empresas.**

Grasa Lubrificante	Clasificación USDA	Grado NLGI	Base	Punto de goteo °C	Características	Aplicación recomendada
Cassida Grease HTS 2	H-1	2	Complejo sintético	No medible	Resistencia al desgaste y a la oxidación. Alta estabilidad mecánica y adhesividad. Protección a la corrosión.	Lubricación de cojinetes y rodamientos sometidos a condiciones severas. Sistemas de engrase automáticos centralizados.
Chevron FM Grease EP NLGI 1	H-1	1	Complejo sintético	266	Protección contra desgaste, óxido y corrosión. Resistente al agua.	Rodamientos, propósitos generales, sistemas automáticos de lubricación y guías.
Chevron FM Grease EP NLGI 2	H-1	2		287		
Cygnus Grease	H-1	1,2	Complejo sintético	232	Resistencia al desgaste, la corrosión y al lavado por agua.	Lubricación de motores eléctricos, bombas, transportadoras, mezcladoras, unidades con engranajes y guías.
Klüber Barrierta L55/2	H-1	2	Complejo sintético	No medible	Resistencia a la evaporación. Resistente a agentes químicos como soluciones alcalinas y ácidas concentradas y disolventes orgánicos.	Lubricación de larga duración de rodamientos y cojinetes lisos expuestos a altas cargas y para guías de deslizamiento.

Continuación tabla VIII.

Grasa Lubrificante	Clasificación USDA	Grado NLGI	Base	Punto de goteo °C	Características	Aplicación recomendada
Klüber Paraliq 351 GA	H-1	1	Complejo de aluminio	220	Protección anti desgaste. Resistente a alcoholes, productos lácteos y agua.	Émbolos dosificadores, rodamientos, barras guías y lubricación general.
Lubriplate Food Machinery Grease FGL-2	H-1	2	Complejo de aluminio	268	Protección contra desgaste, Corrosión y herrumbre. Resistente al agua.	Sistemas centrales automáticos de lubricación.
Lubriplate Food Machinery Grease FGL-1	H-1	1		238		
Molub - Alloy 823 FM Grease 2	H-1	2	Complejo de aluminio	260	Buena adhesión. Resistente al lavado con agua. Protección contra la herrumbre y oxidación.	Rodamientos y maquinaria de alta temperatura

Continuación tabla VIII.

Grasa Lubrificante	Clasificación USDA	Grado NLGI	Base	Punto de goteo °C	Características	Aplicación recomendada
Mystik FGHT – Supreme 2	H-1	2	Complejo sintético	266	Desempeño de extrema presión y anti desgaste. Inhibidores contra la herrumbre y oxidación. Resistente al lavado con agua.	Propósitos generales
Omega 58 Grease	H-1	2	Complejo de aluminio	238	Inhibidores de espuma. Antioxidantes. Anti-odorantes. Resistencia al agua. Propiedades de presión extrema. Materiales biodegradables. Agentes demulsificantes.	Lubricación general
Optimol Obeen UF NLGI 1	H-1	1	Complejo de aluminio	215	Resistente al agua. Propiedades anti corrosión.	Rodamientos
Optimol Obeen UF NLGI 2	H-1	2		225		
Swepeco 115 Food Machinery Grease	H-1	1,2	Complejo de aluminio	232	Alta adherencia. Alta resistencia al agua, ácidos y corrosión. Excelente estabilidad termal y de oxidación.	Rodamientos.



### 5.3. Comparación entre los distintos fabricantes de lubricantes

A continuación se describen los productos de los diferentes fabricantes de lubricantes grado alimenticio, para que el personal de mantenimiento de la empresa conozca las características, diferencias y respaldo de la diversidad de productos que elaboran los fabricantes de lubricantes grado alimenticio.

#### ◆ Castrol

Los lubricantes Tribol, Optimol, Molub-Alloy clasificación H-1 son una serie de lubricantes de alto rendimiento de uso general grado alimenticio para máquinas procesadoras de alimentos donde exista un posible contacto con el producto. Formulados con ingredientes aprobados por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (FDA) y pensando en el medio ambiente no contienen plomo, zinc, antimonio, bario ni solventes.

#### ◆ Chevron

Chevron *Lubricating Oils* FM son aceites lubricantes parafínicos insípidos, inodoros, de alto índice de viscosidad combinados con aditivos que proporcionan protección antidesgaste, estabilidad a la oxidación y protección contra los efectos del óxido. Contienen un biocida especial para prevenir el crecimiento de moho cuando el producto entra en contacto con los alimentos o con el agua. Autorizados por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) como lubricantes H-1 para uso en plantas procesadoras de alimentos donde podría ocurrir un contacto incidental con el producto. Funcionan excepcionalmente bien en aplicaciones hidráulicas de alta presión, lubricación centralizada, engranajes a altas temperaturas.

◆ Klüber

Todos los lubricantes Klüber para la industria alimenticia y farmacéutica están desarrollados y ensayados conforme a la experiencia e investigación, siendo aprobados según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos como H-1 y H-2. Los lubricantes Klüber de calidad o conformidad H-1, cumplen las más altas exigencias. Su especial base de formulación prácticamente no tolera el desarrollo de microorganismos. Fabrican lubricantes que se destacan por su larga vida útil, elevada estabilidad y excepcional compatibilidad con el medio ambiente.

◆ Lubriplate

La línea completa de Lubriplate clase H-1 *Food Machinery Lubricants* está diseñado para proveer capacidad de lubricación a las plantas procesadora de alimentos y embotelladoras. Formulados de aceites bases de alta calidad combinados con paquetes aditivos antidesgaste. Todos los lubricantes Lubriplate H-1 están elaborados con ingredientes que cumplen con las regulaciones de la Administración de Comida y Drogas de los Estados Unidos (FDA). Las grasas y aceites Lubriplate grado alimenticio registrados H-1 contienen agentes antibacteriales que retardan el crecimiento de bacterias y moho. Aceites minerales blancos aprobados y autorizados por la Farmacopea de Estados Unidos (USP) y el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) para uso donde se requiera aceites clase H-1.

◆ Mystik

Los aceites para maquinas de alimentos Mystik están diseñados especialmente para la lubricación de equipos procesadores de alimentos y para

turbinas de bombas de agua bien profundas. Son lubricantes de uso general para maquinaria que procesa, empaca o transporta productos para el consumo humano. Están formulados con aceite blanco mineral altamente purificado estabilizado con inhibidor de oxidación vitamina E. Son lubricantes incoloros, inodoros, insípidos y no manchan. Usan aditivos que provee protección contra la corrosión, oxidación y desgaste. Cumplen con las regulaciones de la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (FDA) sobre lubricantes con un posible contacto incidental con productos para consumo humano y están registrados como lubricantes H-1 por la Fundación Sanitaria Nacional de los Estados Unidos (NSF).

◆ Omega

La grasa superior para maquinaria de alimentos Omega 58 tiene una pureza controlada y está formulado especialmente para industrias alimenticias y de bebidas y para otras aplicaciones de entornos limpios. Soporta una variedad de ácidos encontrados en la industria de producción de alimentos. Provee excelente resistencia al agua y al lavado, haciéndolo la selección ideal para uso en la producción de alimentos y bebidas. Está hecha con materiales base de calidad superior compuestos con espesantes especiales y aceites parafínicos altamente refinados.

◆ Shell

Los lubricantes Shell Cassida son de alto rendimiento, antidesgaste de engranajes desarrollados especialmente para la lubricación de engranajes encerrados en máquinas procesadoras de alimentos y de bebidas. Están elaborados cuidadosamente de una mezcla de fluidos sintéticos y aditivos exclusivos que requiere estrictamente la industria alimenticia. Registrados por la

Fundación Sanitaria Nacional de los Estados Unidos (NSF) como clase H-1 para uso donde un contacto con el producto es potencial. Estos lubricantes cumplen con los lineamientos aprobados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

◆ Swepeco

El lubricante Swepeco 115 fue especialmente desarrollado para cumplir con las normas H-1 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) para un contacto incidental con el producto, mientras provee un rendimiento de lubricación superior para equipo procesador de alimentos y de bebidas sometidos a altas velocidades y servicio pesado.

◆ Texaco

Los aceites *Cygnus Gear Oils* son productos recomendados para la lubricación de engranajes en plantas procesadoras de alimentos donde existe la posibilidad de un contacto eventual del lubricante con el alimento. Los compuestos H-1 pueden emplearse en equipo procesador de alimentos como una película contra la herrumbre, como agente liberador en empaquetaduras o sellos de cubiertas de tanques, y como lubricante de elementos de máquinas y equipos localizados donde hay una exposición potencial de la parte lubricada con el alimento. Estos productos han sido aprobados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) como H-1, lubricantes con contacto incidental y cumplen con los requisitos de la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (FDA). Estos productos inodoros e incoloros se elaboran a partir de bases de alta calidad y contienen aditivos seleccionados para proveer una prolongada estabilidad a la oxidación, protección contra la

herrumbre, propiedades de protección contra el desgaste y una buena demulsibilidad.

#### **5.4. Recomendación de lubricantes grado alimenticio que deben utilizarse en las máquinas de producción.**

En la tabla IX se enlista las características principales de los lubricantes recomendados para usarse en las máquinas de las líneas de producción. La recomendación del uso de lubricantes con estas características se obtuvo de información proporcionada por los fabricantes de las máquinas y de la experiencia de los mecánicos que ha experimentado con lubricantes que son más adecuados para las máquinas.

**Tabla IX. Características de lubricantes recomendados para las máquinas de producción.**

<b>CÓDIGO</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>	<b>CLASE</b>
A	Aceite grado alimenticio GV ISO 220	H-1
B	Aceite grado alimenticio GV ISO 32	H-1
C	Aceite grado alimenticio GV ISO 220	H-2
D	Aceite grado alimenticio GV ISO 68	H-2
E	Aceite grado alimenticio GV ISO 32	H-2
F	Grasa grado alimenticio NLGI 1	H-1
G	Grasa grado alimenticio NLGI 2	H-2
H	Grasa grado alimenticio para alta temperatura NLGI 2	H-2

Según el código de los lubricantes recomendados en la tabla IX, la tabla X muestra en qué máquina, en qué lugar de la máquina, la frecuencia que se tiene que lubricar o revisar la lubricación y la frecuencia del cambio de lubricante, si es necesario.

**Tabla X. Lugar y frecuencia de lubricación en las máquinas de producción.**

CÓDIGO DEL LUBRICANTE	EQUIPO	LUGAR DE APLICACIÓN	FRECUENCIA DE REVISIÓN Ó LUBRICACIÓN	FRECUENCIA DE CAMBIO
B	Tableteadoras	Sistema hidráulico	Semanal	Sin cambio
A-F		Lubricación general centralizada	Semanal	Sin cambio
C		Sistema central tornillo sinfin	Trimestral	Anual
E		Caja reductora planetaria	Trimestral	Anual
G	Selladora línea 1	Sistema de tracción	Trimestral	Sin cambio
H		Cojinetes de rodillos selladores	Semanal	Sin cambio
C		Ejes, levas, cadenas y cojinetes del apilador	Semanal	Sin cambio
C		Cajas reductoras	Anual	Anual
D	Selladora línea 4	Sistema de engranajes y guías	Trimestral	Anual
C		Cojinete de rodillo sellador	Diario	Sin cambio
C-G		Estación de formado	Semanal	Sin cambio

## CONCLUSIONES

1. Uno de los mayores problemas en el atraso de la producción es debido a paros no programados en las líneas principales de producción por problemas y ajustes en las máquinas. Estableciendo un plan de mantenimiento preventivo controlado, rutinario y sistemático se logra detectar o corregir una falla en la máquina y tomar acciones pro activas para no interrumpir el tiempo de producción. De esta forma, se reducirá el atraso en la producción de la línea y aumentará la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas.
2. El problema en el mantenimiento preventivo de la empresa es que se realiza de forma empírica y no existe una rutina o plan sistemático establecido. Por medio de un procedimiento escrito, donde se establecen, claramente, las actividades que se tienen que realizar en cada mantenimiento preventivo, el personal de mantenimiento puede planificar y unificar la forma de realizar el mantenimiento. De esta manera, se brinda un servicio eficiente y confiable en las máquinas teniendo el conocimiento de las acciones que deben llevarse a cabo.
3. Un problema que afronta la empresa es que la mayoría del personal de mantenimiento no tiene el conocimiento respecto del tema de lubricantes grado alimenticio, también, desconocen el tipo de lubricante que debe emplearse en las diferentes partes de las máquinas, los supervisores de los mecánicos son las únicas personas que tienen este conocimiento. Con una capacitación al personal acerca del mantenimiento de lubricantes, grado alimenticio y con una documentación de referencia, se logrará que

adquirieran el conocimiento necesario para que desarrollen su trabajo con criterio adecuado sin depender de los supervisores.

4. El mantenimiento preventivo en una industria farmacéutica difiere de las demás industrias en que no sólo se preocupa de la disponibilidad, confiabilidad y prolongación de la vida de las máquinas, sino que se le da igual importancia en la forma en que se realiza el mantenimiento, debido a las normas de las buenas prácticas de manufactura. Incluyendo actividades de buena práctica de manufactura en el plan de mantenimiento preventivo de la empresa, se obtiene una mayor confiabilidad en que el mantenimiento se realizó, cumpliendo las normas de buena práctica de manufactura.



## RECOMENDACIONES

A jefes administrativos del departamento.

1. Planificar con anticipación la ejecución del mantenimiento preventivo para contar con los recursos y repuestos necesarios.
2. Fomentar la capacitación del personal para superarse y formar criterio en el trabajo.

A supervisores.

3. Velar porque el trabajo de mantenimiento se realice como se establece en el procedimiento y que el personal cumpla con las buenas prácticas de manufactura.
4. Proporcionar al personal que realiza el mantenimiento los materiales necesarios.

A mecánicos y electricistas.

5. Realizar el trabajo de la forma como lo establece el procedimiento y cumplir con las normas de buena práctica de manufactura.
6. Reportar inmediatamente a los supervisores cualquier anomalía que encuentren en la máquina o registrarla detalladamente en la bitácora diaria.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Avallone, Eugene. **Manual del ingeniero mecánico**. México. Editorial McGraw-Hill. 1999.
2. Besterfield, Dale. **Control de Calidad**. 4<sup>a</sup>. Edición. México. Editorial Prentice Hall. 2000.
3. Duffuaa, Salih y otros. **Sistemas de Mantenimiento Planificación y Control**. México. Editorial Limusa S.A. 2000.
4. Hodson, William. **Manual del ingeniero industrial**. México. Editorial McGraw-Hill. 2001.
5. Niebel Benjamín, Andris Freivalds. **Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseño del trabajo**. 10ma. edición México. Editorial Alfaomega. 2001.
6. Rosaler, Robert. **Manual del ingeniero de planta**. 2da. Edición. México. Editorial McGraw-Hill. 2001.