

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA EN MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA INDUSTRIAL

SEMINARIO DE GRADUACIÓN

“HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS  
PRODUCTIVOS”

Previo a la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA INDUSTRIAL

TEMA:

**“Mejora continua en el mantenimiento de una línea de producción  
para una fábrica de productos alimenticios”**

Presentado por:

**Christian Paul Hidalgo Tomalá**

AÑO LECTIVO 2012 – 2013

GUAYAQUIL - ECUADOR

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Msc. Víctor Guadalupe Echeverría.  
TUTOR

Tecnlg. Luis Vargas Ayala.  
DELEGADO COORDINADOR

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta  
Tesina de Grado, me corresponde  
Exclusivamente; y el patrimonio intelectual de  
la misma a la **ESCUELA SUPERIOR  
POLITECNICA DEL LITORAL**”

---

Christian Hidalgo Tomalá

### ***Dedicatoria***

A Dios todopoderoso

A mi esposa por obsequiarme parte su tiempo, compartir

su vida conmigo y estar siempre juntos con nuestros hijos.  
A mis buenos padres por inculcarme valores y metas; ellos son mis bases de vida.

### ***Agradecimiento***

A mi esposa por su comprensión y estímulo emocional.

A mi asesor: Msc. Víctor Guadalupe por su valiosa y desinteresada enseñanza y guía en la elaboración del estudio realizado.

A todas las personas que he conocido a lo largo de mi vida profesional y que me enseñaron que siempre hay algo que mejorar.

***Reconocimiento***

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Programa de Tecnología Mecánica.

Por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias  
Y optar por el título de Tecnólogo Mecánico Industrial.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
RESUMEN .....	II
ÍNDICE DE FIGURAS .....	III
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	V
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES .....	2

1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Descripción del problema .....	3
1.3 Objetivos .....	3
1.4 Justificación .....	4
1.5 Alcance .....	4
1.6 Metodología .....	5

## CAPÍTULO 2

2. FUNDAMENTOS TEORICOS .....	6
2.1 Mantenimiento .....	6
2.2 Tipos de mantenimientos .....	7
2.3 Concepto de mejora continua .....	9
2.4 Líneas de producción .....	10
2.5 Tipo de llenadoras .....	11
2.6 Tipo de etiquetadoras .....	16
2.7 Indicadores de mantenimiento .....	18
2.8 Eficiencia global de los equipos (OEE) .....	22

## CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS Y DESARROLLO .....	24
3.1 Descripción de la línea de producción .....	24
3.2 Situación del punto inicial .....	26
3.3 Programa de mejora .....	29
3.4 Situación inicial de la llenadora .....	31
3.5 Situación de taponadora.....	38
3.6 Situación de túnel de enfriamiento .....	39
3.7 Situación inicial de etiquetadora .....	40

3.8 Situación inicial de área de etiquetado .....	42
3.9 Proceso de mantenimiento.....	44
3.10 Situación actual de la línea de producción .....	48
3.11 Plan de mejora .....	55
3.12 Rendimiento actual .....	59
3.13 Análisis de la situación actual .....	60
<b>CAPITULO 4</b>	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	62
BIBLIOGRAFÍA .....	64

## ÍNDICES DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 2.1. Clasificación de las llenadoras de líquidos.....	12
Figura 2.2. Llenadora semiautomática .....	13
Figura 2.3. Llenadora lineal automática .....	14
Figura 2.4. Llenadora rotativa automática .....	15
Figura 2.5. Etiquetadora semiautomática.....	17
Figura 3.1. Diagrama de proceso.....	25
Figura 3.2. Diagrama de Gantt.....	29
Figura 3.3. Cadena de arrastre de botellas .....	32
Figura 3.4. Llenadora .....	33
Figura 3.5. Sistema de dosificación .....	34
Figura 3.6. Bloque dosificador .....	34
Figura 3.7. Cadena de arrastre de botellas .....	35
Figura 3.8. Banda transportadora – Entrada de botellas .....	36
Figura 3.9. Banda transportadora – Entrada de botellas .....	36
Figura 3.10. Banda transportadora – Entrada de botellas .....	37



Figura 3.11.	Mecanismo interno de llenadora .....	37
Figura 3.12.	Panel eléctrico de llenadora .....	38
Figura 3.13.	Taponadora .....	38
Figura 3.14.	Entrada a túnel de enfriamiento .....	39
Figura 3.15.	Salida del túnel de enfriamiento .....	39
Figura 3.16.	Engomadora y apilador de etiqueta .....	40
Figura 3.17.	Carrusel de botellas.....	41
Figura 3.18.	Brazos sujetadores de botella .....	41
Figura 3.19.	Control de etiquetadora .....	42
Figura 3.20.	Acometidas eléctricas .....	42
Figura 3.21.	Acometidas eléctricas .....	43
Figura 3.22.	Túnel termoformado.....	43
Figura 3.23.	Entrada de túnel termoformado.....	44
Figura 3.24.	Llenadora .....	44
Figura 3.25.	Etiquetadora desensamble.....	45
Figura 3.26.	Etiquetadora en proceso.....	45
Figura 3.27.	Tapadora en mantenimiento.....	46
Figura 3.28.	Mantenimiento de Túnel de enfriamiento .....	46
Figura 3.29.	Mecanismo posicionador de etiquetas .....	47
Figura 3.30.	Mantenimiento a bandas transportadoras.....	47
Figura 3.31.	Levas de etiquetadora .....	48
Figura 3.32.	Nuevo bloque dosificador .....	48
Figura 3.33.	Nueva forma de llenado .....	49
Figura 3.34.	Cilindros de posicionamiento de botellas .....	49
Figura 3.35.	Banda transportadora de 90°.....	50
Figura 3.36.	Mesa giratoria .....	51
Figura 3.37.	Panel de control de llenadora .....	51
Figura 3.38.	Listón neumático .....	52
Figura 3.39.	Etiquetadora .....	53
Figura 3.40.	Panel View .....	53
Figura 3.41.	Área sin acometidas.....	54
Figura 3.42.	Acometidas aéreas.....	54
Figura 3.43.	Túnel de termoformado y panel de control .....	55

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Gráfico 3.1 Análisis de rendimiento de la línea.....	26
Gráfico 3.2 Análisis de paro subgrupo .....	27
Gráfico 3.3 Análisis de paro por paros.....	28
Gráfico 3.4. Análisis de tendencia de rendimiento actual .....	59
Gráfico 3.5 Análisis de paros por subgrupo .....	60
Gráfico 3.6. Análisis de paros por paros .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 3.1 Plan de mejora de llenadora .....	56
Tabla 3.2 Plan de mejora de etiquetadora .....	57
Tabla 3.3 Calculo de eficiencia. ....	58

## **INTRODUCCIÓN**

Está en las manos de cada colaborador de una empresa sin importar la posición o la función que realiza; ser competitivo y hacer competitivo a su lugar de trabajo, todo para un mismo fin, sostenibilidad y rentabilidad. Como parte de una de las políticas corporativas de la empresa que es la disponibilidad de sus productos, el departamento técnico tiene como objetivo principal la mejora del rendimiento de una línea de producción de envasado de botellas. Que lo que el negocio programe en la producción, sea entregado al mercado en su totalidad, el buen desempeño de la fábrica involucra a diario a todos los miembros de los departamentos tanto Fabricación, Aseguramiento de la Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional y Departamento Técnico.

En esta tesina solo se va a detallar lo que el equipo técnico va a realizar en el mantenimiento de mejora, los resultados y propuestas para su buen servicio, pero las exigencias del mercado como la disponibilidad de los productos y calidad de los mismos, hacen que el proyecto de mantenimiento tenga un tiempo de ejecución retador, es así que se ve la necesidad de priorizar de manera técnica las diferentes fallas en los equipos y componentes por las cuales se generan el paro técnico.

## **RESUMEN**

La organización donde se realizó el presente estudio lleva más de 50 años en el Ecuador, se dedica a la fabricación y comercialización de productos alimenticios como chocolatería, semielaborados, culinarios y salsas frías, además exporta el licor del cacao que resulta del proceso de chocolatería y realiza envasado de café.

Todos los años la fábrica genera un máster plan que es un informe del presupuesto que se necesita para el siguiente año, en este plan la jefatura del departamento técnico incluye el presupuesto de cada una de las líneas de trabajo para lo que corresponde a mantenimientos preventivos y mantenimientos de mejora.

Con la finalidad de ejecutar el mantenimiento anual programado a inicios del año en curso y mejorar el rendimiento de toda una línea de producción se recopila

información técnica sobre el estado de cada uno de los equipos que conforman la línea, la información se presenta a la jefatura técnica, se da a conocer las partes deterioradas y en la cual incluye datos que se obtiene del sistema de administración de la empresa SAM, además se utilizan los programas de inspecciones de los técnicos responsables y criterios por parte de operarios de la línea. Se conforman un grupo técnico y un grupo de fabricación para evaluar los componentes más críticos de cada una de las máquinas y en las posibilidades, realizar cambios que le den un valor agregado al mantenimiento que se va a ejecutar.

Los recursos económicos que la empresa aprobó incita a una investigación que ayudara a profundizar los conocimientos sobre los tipos de procesos y de cada uno de los equipos que intervienen en la línea de producción, esta tarea servirá para el análisis de mejora que se necesita introducir dentro del mantenimiento, además de aquello está la responsabilidad de utilizar de mejor manera el presupuesto asignado. Al término del mantenimiento se pretende resultados positivos; como el indicador técnico, medido semanalmente en cada una de las líneas de la fábrica, que sume efectivamente en el indicador de producción total de la empresa.

Como tema puntual de la dirección técnica está el aspecto de la seguridad industrial, cero accidentes es el objetivo de la fábrica y como parte del trabajo de mantenimiento se debe captar los riesgos que existen al manipular los equipos de proceso.

La metodología buscara puntos críticos que generen el bajo rendimiento de cada uno de los equipos, se revisará el estado de sus componentes para luego clasificar lo que se va a reparar o modificar de alguna manera, todo con el fin de mejorar el rendimiento de la línea.

# **CAPÍTULO 1**

## **1.GENERALIDADES**

### **1.1.Antecedentes**

La línea de producción consta de cuatro estaciones o máquinas principales: llenadora, taponadora, túnel de enfriamiento y etiquetadora, cada una manejada por operarios y ayudantes, en lo que respecta a mantenimientos, debido a varios factores tanto como tiempo y presupuesto solo se ha podido realizar las reparaciones más críticas en el periodo de programación anual de mantenimiento de la línea. Siendo equipos de procedencia americana tanto la llenadora como etiquetadora en el momento de querer reemplazar un componente en estas máquinas el tiempo de paro no programado o mantenimiento se extendía; es así que el año anterior se envió a la etiquetadora a un tercero para modificar ciertos componentes de pulgadas a milímetros en lo que incluyó el sistema de transmisión principal. Este trabajo se realizó con el objetivo de estar acorde con los repuestos existentes en la bodega técnica y cortar de raíz la causa por el cual en este equipo se generaron altos paros por falta de repuestos. La llenadora envasa botellas, trabaja con líquido de características viscosas y de aproximadamente de 100°C debido al pasteurizado, la tapadora es mecánica y con una considerable dificultad para calibrar. La situación del túnel de enfriamiento de botellas es considerada un riesgo para la integridad de los colaboradores y en el área de etiquetado tiene algunos puntos para mejorar su operación.

## **1.2. Descripción del problema**

Analizado los resultados del software Sam se determina que el proceso de la línea de envasado de líquidos viscosos no cumple con la meta establecida por la organización, la causa principal del bajo rendimiento es por paros técnicos.



### **1.3.Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Mejorar el rendimiento de la línea de producción de líquidos viscosos introduciendo mejoras en sistema.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual, determinar los problemas y plantear soluciones.
- Elaborar un programa de mejora y un plan de mejora.

### **1.4. Justificación**

El aseguramiento de la calidad del producto es lo que motiva a los técnicos a realizar cambios y mejoras en la llenadora por estar en contacto directo con el producto. El deterioro del bloque dosificador podría en un futuro comprometer de manera negativa la calidad del líquido y por ende a la empresa.

Existen desperdicios en la línea de producción como en el caso de producto terminado, suciedad o quiebra de botellas, además de esola mano de obra improductiva está en más de un punto de trabajo.

La incorporación al proyecto de mantenimiento a personal de fabricación daría como resultado conocimiento más a fondo sobre los componentes que conforman sus máquinas, con esto podrían en un futuro vincularse a mejoras con criterios más sólidos por lo que la experiencia de un operador es parte fundamental en la solución de problemas en una máquina.

## **1.5. Alcance**

El estudio realizado esta direccionado a líneas de envasado de líquidos viscosos pero el enfoque de mejora continua es aplicable en todos los aspectos técnicos y más aún problemas repetitivos.

## **1.6. Metodología**

La metodología con se va a realizar el trabajo de mantenimiento tiene cuatro pasos:

- Exploración del área en su punto inicial.
- Análisis de maquinaria.
- Escoger de manera técnica los puntos críticos a ejecutar.
- Ejecución y seguimiento

Se aplicará cada paso de la metodología en todos los sectores de la línea, primero de manera general mediante análisis de gráficos e indicadores y sobre todo con la participación de personal de fabricación, luego por cada máquina o componente se realizará el mismo esquema con los técnicos encargados del mantenimiento de mejora. Una vez analizados los criterios escogidos se va a generar un programa de mejoras con el fin de ejecutar el mayor número actividades con técnicos, operarios y terceros.

# CAPÍTULO 2

## 2.FUNDAMENTOS TEORICOS

### 2.1. Mantenimiento

Mantenimiento son todas las actividades necesarias para mantener el equipo e instalaciones en condiciones adecuadas para la función que fueron creadas; además de mejorar la producción buscando la máxima disponibilidad y confiabilidad de los equipos e instalaciones.

El mantenimiento está basado en los principios como: Respeto para todos los empleados y funcionarios, buen liderazgo, trabajo en equipo compartiendo responsabilidades, compromiso con la seguridad y medio ambiente, propiciar ambiente de responsabilidad donde se desarrolle conocimientos y habilidades.

### 2.2. Tipos de mantenimiento

Los mantenimientos es la base esencial para garantizar una mejora sostenible y el cumplimiento continuo. Cada tipo de mantenimiento que se realiza es en

base a la necesidad del recurso; basado en su condición se determinaría que clase de mantenimiento se podría ejecutar siempre tomando en cuenta los factores externos de la máquina tales como el personal y la necesidad del negocio.

Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo. Se clasifica en:

**No planificado.** Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

**Planificado.** Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

**Predictivo.** Este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas.

Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados.

**Preventivo**

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos.

Los tipos de mantenimiento analizados son los principales; en la aplicación de estos mantenimientos a los equipos apreciamos que se requiere de una mezcla de ellos, es por esto que hablaremos en los párrafos siguientes de los modelos de mantenimiento que son aplicables a cada uno de los equipos.

Según Garrido Santiago se dividen en cuatro modelos posibles de mantenimiento:

*“Pueden identificarse claramente 4 de estas mezclas, completadas con otros dos tipos de tareas adicionales...”*

*...Cada uno de los modelos que se exponen a continuación incluyen varios de los tipos anteriores de mantenimiento, en la proporción que se indica. Además, todos ellos incluyen dos actividades: inspecciones visuales y lubricación.”<sup>1</sup>[Ref. 001]*

### **2.3. Concepto de mejora continua**

El concepto de mejora continua se refiere al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva. Estamos siempre en un proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar. La vida no es algo estático, sino más bien un proceso dinámico en constante evolución, como parte de la naturaleza del universo. Y este criterio se aplica tanto a las personas, como a las organizaciones y sus actividades.

---

El esfuerzo de mejora continua, es un ciclo interrumpido, a través del cual identificamos un área de mejora, planeamos cómo realizarla, la implementamos, verificamos los resultados y actuamos de acuerdo con ellos, ya sea para corregir desviaciones o para proponer otra meta más retadora.

Este ciclo permite la renovación, el desarrollo, el progreso y la posibilidad de responder a las necesidades cambiantes de nuestro entorno, para dar un mejor servicio o producto a nuestros clientes o usuarios. [Ref. 002].

## **2.4. Líneas de producción**

### **2.4.1. Definición de una línea de producción**

Una línea de producción es el conjunto armonizado de diversos subsistemas como son: neumáticos, hidráulicos, mecánicos, electrónicos, software, etc. Todos estos con una finalidad en común: transformar o integrar materia prima en otros productos.

### **2.4.2. Características de una línea de producción**

Estas deben tener:

- Mínimo tiempo ocioso en las estaciones.
- Alta cantidad (tiempo suficiente para que los operadores terminen el trabajo).
- Costo de capital mínimo.
- Transporte entre estaciones sin medio de transportación
- Velocidades de transportación diferentes entre estaciones.
- Almacenes entre las operaciones o transportaciones.

### 2.4.3 Conformación de una línea de producción

- Recepción de materia prima
- Intervención de mano de obra requerida
- Transformación de la materia prima
- Etapa de inspección y prueba
- Almacenamiento
- Transporte

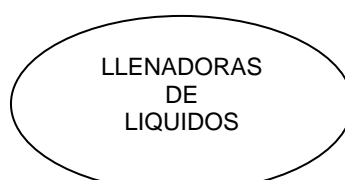
### 2.5. Tipos de llenadoras

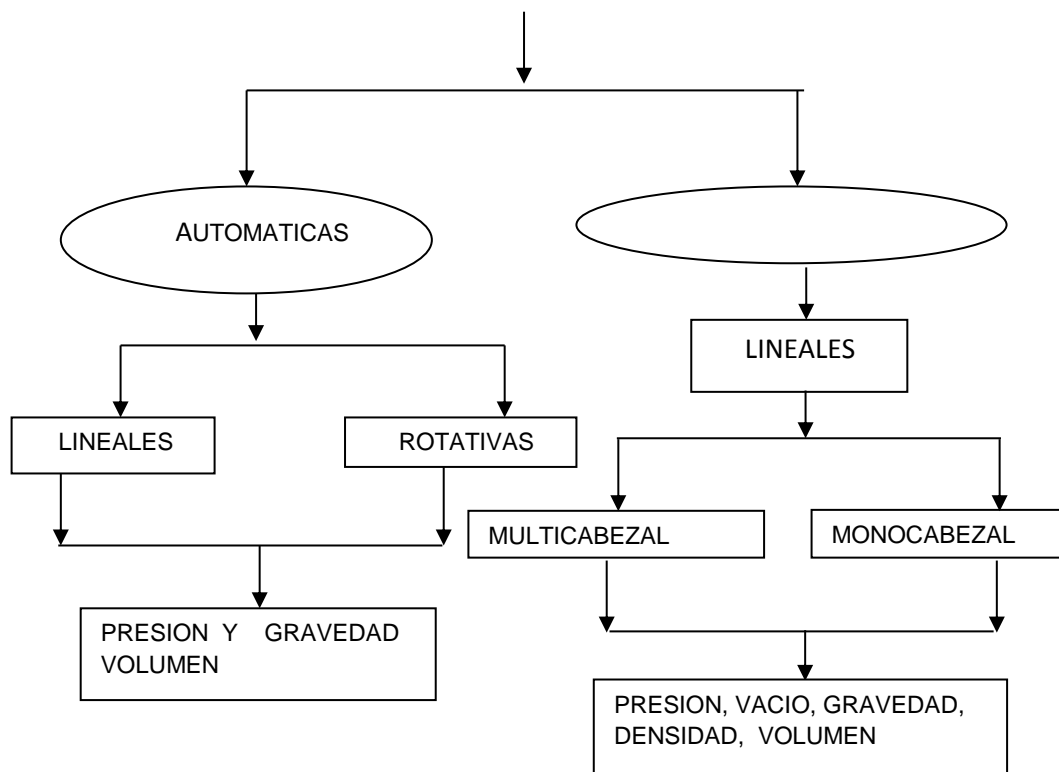
A las Llenadoras se las podría definir como: Cualquier equipo que sea utilizado para introducir producto en el interior de un envase. Las Llenadoras se fabrican para manejar diferentes productos ya sean estos: líquidos, sólidos y gaseosos. En relación a las Llenadoras de líquidos estas se las podría clasificar según el cuadro que se presenta en la Fig.2.1.

Es decir, se pueden dividir en dos grandes grupos que son los siguientes:

- Llenadoras semiautomáticas.
- Llenadoras automáticas.

**Fig. 2.1. Clasificación de las llenadoras de líquidos**





### 2.5.1. Llenadoras automáticas y semiautomáticas

Las llenadoras semiautomáticas son aquellas en las que el accionamiento de algún elemento de la operación de envasado se realiza manualmente. Estas llenadoras son del tipo lineal. Ver fig.2.2.





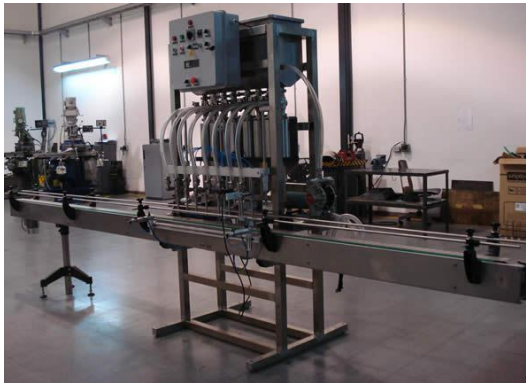
**Fig.2.2. Llenadora semiautomática**

### **2.5.2. Llenadora automática.**

Son aquellas que realizan la operación de envasado de un producto sin que en su ejecución intervenga un medio manual. Estas llenadoras se subdividen en: **Llenadoras lineales** y **Llenadoras rotativas**.

### **2.5.3. Llenadoras lineales.**

Son aquellas en las que la alimentación y el llenado se realizan en un transportador posicionador y un cabezal de válvulas que se encuentran alineados. La alimentación o el accionamiento del cabezal de llenado es manual en el caso de llenadoras semiautomáticas. Y la alimentación y operación del cabezal de llenado es automática cuando la operación es controlada por un PLC o por sistemas de control electroneumáticos o electromecánicos. Ver fig. 2.3.



**Fig. 2.3. Llenadora lineal automática**

Las llenadoras Lineales pueden ser de dos tipos:

- Monocabezal.- Son aquellas en las que el cabezal de llenado está constituido por una sola válvula.
- Multicabezal.- Son aquellas en las que el cabezal de llenado está constituido por más de una válvula.

Con relación al producto que se va a manejar en la operación de envasado, las llenadoras lineales pueden ser:

- Llenadoras lineales de presión
- Llenadoras lineales de vacío
- Llenadoras lineales de volumen
- Llenadoras lineales por gravedad
- Llenadoras lineales por densidad

#### **2.5.4. Llenadoras rotativas.**

Son aquellas en las que la alimentación de envases, las válvulas de llenado y la operación de envasado se lo realizan en un sistema tipo carrusel. (fig.2.4). Para lo cual se utiliza un sistema de estrellas de

alimentación y salida de envases las cuales van sincronizadas al tanque porta válvulas de llenado. Estas llenadoras generalmente son automáticas en su operación.



**Fig.2.4. Llenadora rotativa automática**

A su vez éstas llenadoras pueden ser:

- Llenadoras por gravedad
- Llenadoras por presión y gravedad.
- Llenadoras por volumen

## **2.6 Tipo de etiquetadoras**

Generalmente al final de cualquier proceso de producción industrial se procede al etiquetado del producto y esta labor corresponde con frecuencia a unas máquinas industriales denominadas etiquetadoras, que plasman en una porción de papel adhesivo la información necesaria y exigida sobre el producto y la adhieren al mismo. Existen distintos procedimientos para desarrollar esta labor, en función del procedimiento las etiquetadoras se clasifican en: etiquetadoras térmicas, lineales, de inyección de tinta, rotativas matriciales.

Todos estos tipos de etiquetadoras industriales(fig. 2.5) realizan una labor muy importante para la comercialización del producto y de la información plasmada por ellas depende la conservación y el consumo adecuado y sin riesgo del mismo. Las etiquetadoras también se pueden clasificar en función de su grado de autonomía, pues las hay automáticas para cadenas de producción rápidas y semiautomáticas, para casos en los que la producción es algo más reducida o promociones especiales.



**Fig.2.5. etiquetadora semiautomática**

Las máquinas etiquetadoras combinan tres componentes principales, el envase, el adhesivo y la etiqueta. Según el sistema de adhesivado pueden encontrarse dos tipos de máquinas, aquellas que utilizan adhesivos húmedos y aquellas que utilizan etiquetas autoadhesivas. Para seleccionar el sistema más adecuado a aplicar; adhesivo húmedo, activado por calor, adhesivo sensible a la presión, etc.

Los factores a tener en cuenta son:

### **Económico**

- Costes de la etiqueta.

- Coste del adhesivo.
- Colocación, limpieza y paros rutinarios.
- Coste del inventario.

### **Marketing**

- Material de la etiqueta y requerimientos de impresión.
- Material del envase.
- Forma del envase.
- Consideraciones de seguridad.

### **Manejo**

- Condiciones de almacenaje.
- Condiciones en el uso.

En cuanto a las máquinas para pegado de etiquetas por humedad generalmente, trabajan con etiquetas cortadas o en bobina, mientras que las etiquetas sensibles a la presión son suministradas siempre en bobina. Las etiquetas cortadas se pueden realimentar sin necesidad de parar la máquina, pero las de bobina necesitan un paro para el cambio de la bobina. Como el diámetro de la bobina es limitado, los paros dependerán de la longitud y espesor de las etiquetas, así como, del material de soporte. [Ref. 003]

## **2.7. Indicadores de mantenimiento**

Un sistema de procesamiento es aquel que convierte datos en información útil para tomar decisiones. Para conocer la marcha del departamento de

mantenimiento, decidir si debemos realizar cambios o determinar algún aspecto concreto, debemos definir una serie de parámetros que nos permitan evaluar los resultados que se están obteniendo en el área de mantenimiento. Es decir: a partir de una serie de datos, nuestro sistema de procesamiento debe devolvernos una información, una serie de indicadores en los que nos basaremos para tomar decisiones sobre la evolución del mantenimiento.

Una de las cosas que debemos definir es, pues, cuáles serán esos indicadores. Hay que tener cuidado en la elección, pues corremos el riesgo de utilizar como tales una serie de números que no nos aporten ninguna información útil. Corremos el riesgo de tomar datos, procesarlos y obtener a cambio otros datos.

Imaginemos el caso de elegir la disponibilidad de equipos como un indicador. Si listamos todas las paradas de cada uno de los equipos de la planta, la fecha y hora en que han ocurrido y su duración, la lista resultante serán datos, pues tal y como se nos presenta no podemos tomar decisiones basándonos en ella.

Si ahora procesamos esta lista, sumando los tiempos de parada de cada equipo y calculando el tiempo que han estado en disposición de producir, obtenemos una lista con la disponibilidad de cada equipo. En una planta industrial con, por ejemplo, 500 equipos, esta lista contendrá de nuevo datos, no información. Como mucho, contendrá algo de información mezclada con muchos datos.

Si en esa lista agrupamos los equipos por líneas, áreas, zonas, etc., y procesamos los datos de manera que obtengamos la disponibilidad de una de las líneas, áreas o zonas en su conjunto, el nuevo listado ahora sí contendrá información. Esta información nos permitirá, tras un análisis más o menos rápido, tomar decisiones acertadas sobre las actuaciones que debemos realizar para mejorar los resultados.

A continuación se describen los indicadores más usuales que se emplean en un departamento de mantenimiento. Insisto en el hecho de que no todos son necesarios: entre todos ellos habrá que elegir aquellos que sean realmente útiles, aquellos que aporten información, para evitar convertirlos en una larga lista de datos. Además, hay que tener en cuenta que en la mayoría de los casos es necesario adaptarlos a cada planta concreta, efectuando pequeñas modificaciones que hagan que los indicadores seleccionados estén perfectamente adaptados a las necesidades concretas de información de una planta.

Cuando se dispone de un sistema GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por ordenador), el cálculo de estos indicadores suele ser bastante más rápido. Debemos tener la precaución de automatizar su cálculo, generando un informe que los contenga todos. Una ventaja adicional es que, una vez automatizado, podemos generar informes con la periodicidad que queramos, con un esfuerzo mínimo.

En caso de que el Sistema de Información sea el soporte papel, para el cálculo de estos indicadores es conveniente desarrollar pequeñas aplicaciones (una hoja de cálculo puede ser suficiente) para obtener estos

índices. En este caso hay que seleccionar mucho más cuidadosamente los indicadores, pues es más costoso calcularlos. Además la frecuencia con que los obtengamos deberá ser menor.

Es importante tener en cuenta que no sólo es valioso conocer el valor de un indicador o índice, sino también su evolución. Por ello, en el documento en el que expongamos los valores obtenidos en cada uno de los índices que se elijan deberíamos reflejar su evolución, mostrando junto al valor actual los valores de periodos anteriores (meses o años anteriores) para conocer si la situación mejora o empeora. También es importante fijar un objetivo para cada uno de estos índices, de manera que la persona que lea el documento donde se exponen los valores alcanzados en el periodo que se analiza comprenda fácilmente si el resultado obtenido es bueno o malo. En resumen, junto al valor del índice, deberían figurar dos informaciones más. [Ref. 004].

- Valor de índice en periodos anteriores
- Objetivo marcado

## **2.8. Eficiencia global de los equipos (OEE)**

El OEE (OverallEquipmentEffectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es una [razón](#) porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Esta herramienta también es conocida como TTR (Tasa de Retorno Total) cuando se utiliza en centros de producción de proyectos.



La ventaja del métrico OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

Tener un OEE de, por ejemplo, el 40%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40.

Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), eficiencia (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se han producido unidades defectuosas).

Sus inicios son inciertos aunque parece ser que fue creado por Toyota. Hoy en día se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo. En algunas partes del mundo es llamado también como TVC (Tiempo, Velocidad y Calidad.)

El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, la Eficiencia y la Calidad. [Ref. 005]

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

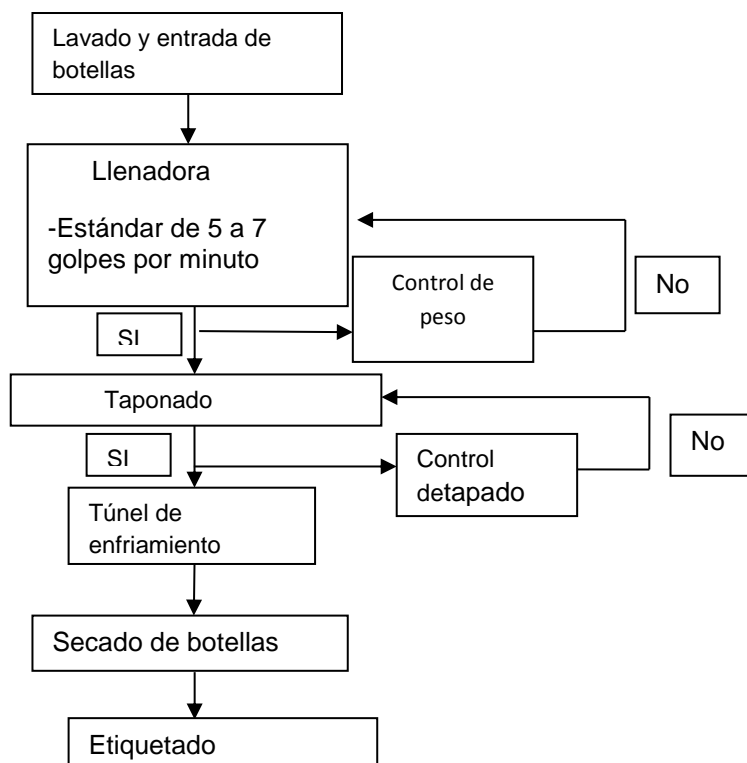
# **CAPÍTULO 3**

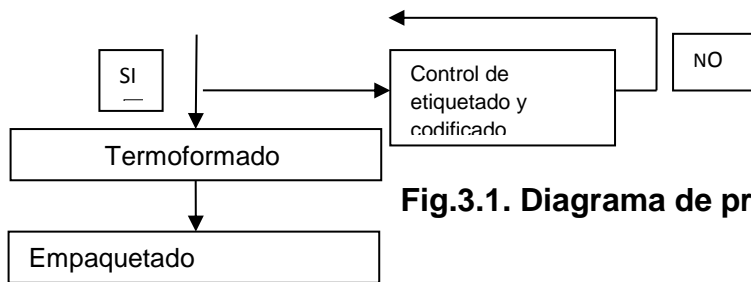
## **3. ANALISIS Y DESARROLLO**

### **3.1. Descripción de la línea de producción**

En la figura 3.1 se muestra la descripción de la línea de producción con el inicio en el lavadora de botellas, el cual consiste sumergir en agua para asegurar que esté limpio internamente, el proceso es manual e inicialmente se lo realizaba con componentes defectuosos en la transportación mediante

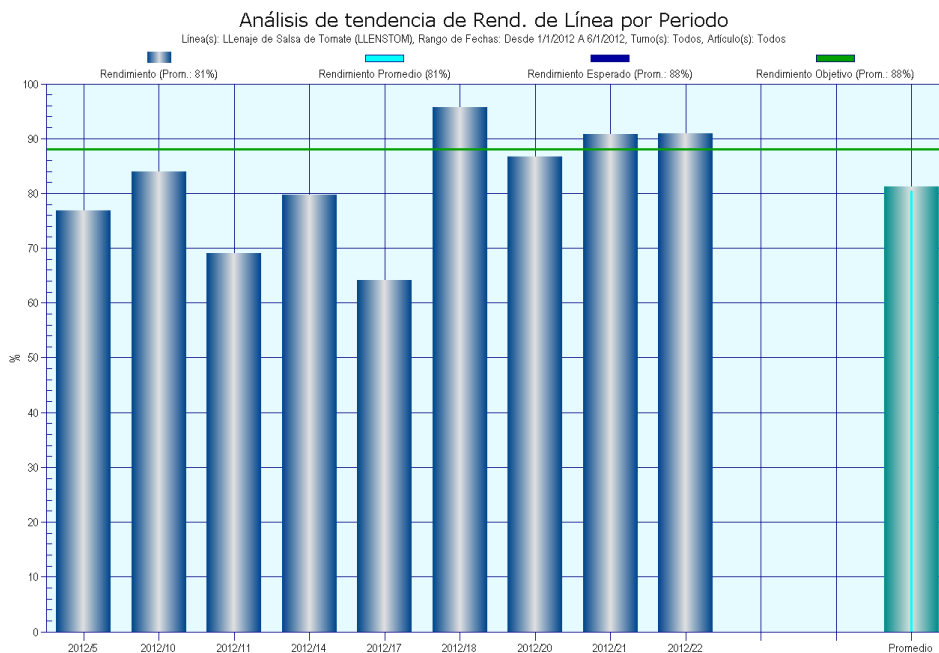
bandas. Los operadores forman una hilera de botellas constantemente que se van hacia la llenadora, por golpe llena 4 botellas independientemente del tipo de tamaño. Aquí existe un control visual del llenado para calibración del peso y que es monitoreado cuando es necesario. De manera lineal las botellas pasan por la tapadora y por diferentes factores el taponado es controlado a su salida por un operador. El siguiente paso es el túnel de enfriamiento; en donde por medio de baño agua las botellas enfriadas y lavadas. El secado es por túneles de viento, aquí el aire de los ventiladores disipan las gotas de agua que quedan en las botellas al salir del túnel de enfriamiento. La etiquetadora tiene un carrusel para 8 botellas y trabaja con cola fría, el control no solo es en el etiquetado sino que también se controla la impresión de fecha de fabricación del producto. El termoformado es para la etiqueta de la tapa que es puesta manualmente. Por último que la botella es empacada, y cada cierto tiempo se realiza control de calidad.





**Fig.3.1. Diagrama de proceso**

### 3.2. Situación del punto inicial



**Gráfico 3.1. Análisis de rendimiento de la línea.**

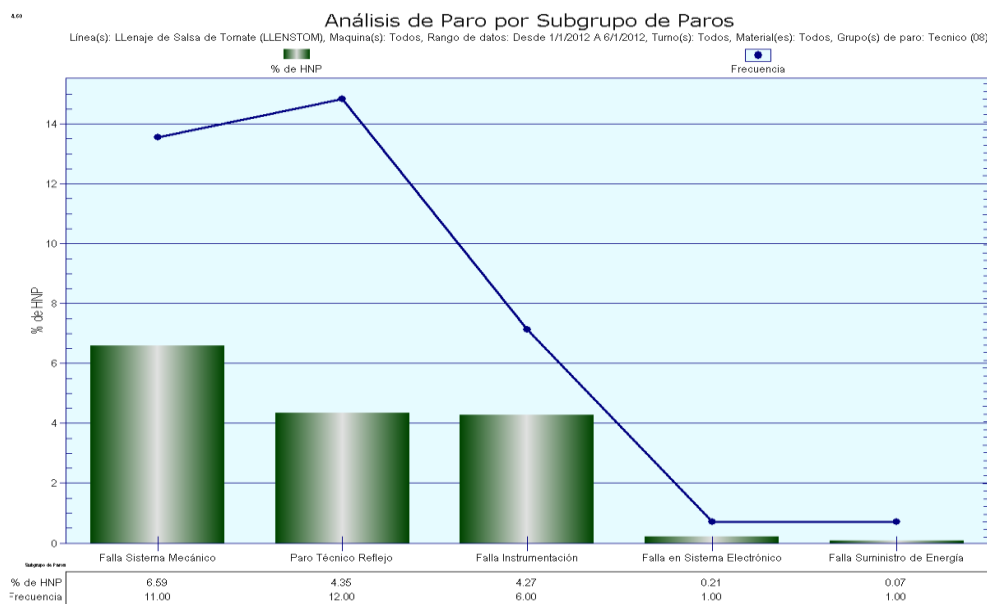
La línea tiene varios puntos que se necesitan mantenimiento en la cuales hay oportunidades de mejora tanto técnicas como de seguridad, pero en el desarrollo del actual documento se escogerán solo las mejoras que tiene como objetivo mejorar el rendimiento.

En el gráfico 3.1 se muestra las columnas de rendimiento medido en semanas de la línea de producción desde Enero hasta Junio, la línea verde es el objetivo del rendimiento y la última columna es el promedio general.

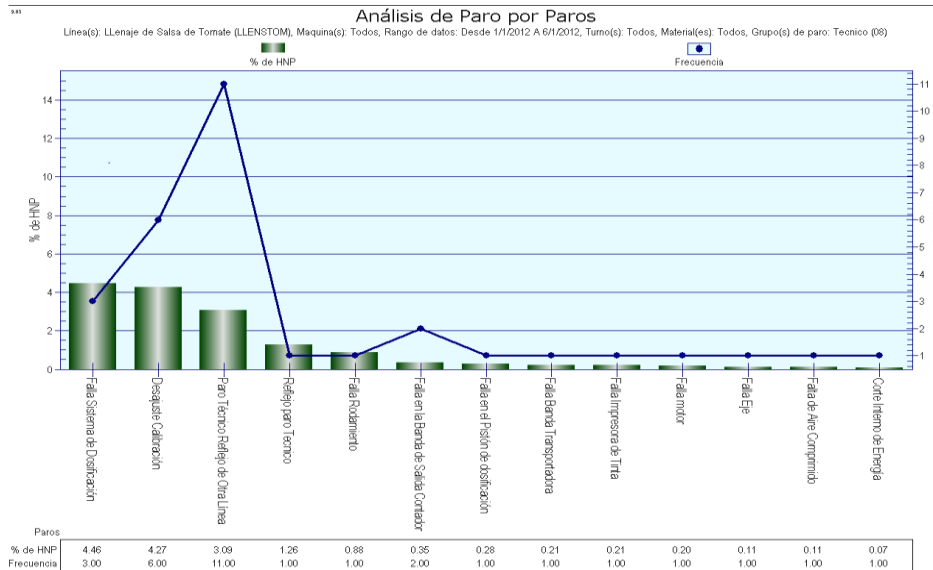
A pesar de que la línea tiene varias máquinas que la componen, es registrada en el sistema SAM con un solo código, como se observa en el gráfico la línea de producción no cumple con el objetivo de rendimiento, este resultado es

analizado por todos departamentos de la organización para su respectivo plan de acción. El equipo técnico desglosa los datos registrados y observa que la falla de sistema mecánico tiene el más alto índice de paros (Gráfico 3.2). En el diagrama de Pareto se registra los paros de reflejo, esto se explica cuando alguna parte de la línea se avería y genera un paro parcial o total como por ejemplo una banda transportadora o hasta la etiquetadora.

Para elevar el rendimiento el equipo técnico se enfocará en los problemas mecánicos existentes en cada una de las máquinas y a su vez introducir una mejora en alguna de ellas.



**Gráfico 3.2. Análisis de paro subgrupo.**



**Gráfico 3.3. Análisis de paro por paros.**

Lo que muestra el gráfico 3.3 son los paros desglosados del gráfico 3.2 registrados en el sistema, la falla en el sistema de dosificación es el más alto junto al desajuste calibración. Los paros de reflejos hacen referencia al área de etiquetadora pero la segunda columna de calibración es estimada para todas las máquinas, esto quiere decir que si la llenadora está en óptimas condiciones pero la etiquetadora tiene un problema con la calibración es anexada a la columna del diagrama de Pareto.

Se deduce que si se tiene un mejor control en las máquinas se podrán calibrar de mejor manera, ayudaría a los operarios que recién empiezan a manejar los equipos de la línea y a los operarios con más experiencia una mayor precisión en calibrar.

### 3.3. Programa de mejora

**Fig. 3.2. Diagrama de Gantt.**

Avance : %		semana1					semana2					semana3					semana4								
Item	Actividades mecánicas	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D
	LLENADORA																								







retrasando. Los colores determinaran la situación del trabajo por cada día de la semana, así se estará alerta por si alguna actividad no está cumpliendo. El grupo técnico tendrá la responsabilidad de hacer seguir el programa de mejora de manera eficiente.

### **3.4. Situación Inicial de la Llenadora**

El tiempo programado para el mantenimiento de mejora o anual, es de cuatro semanas, en la que incluye pruebas en las máquinas. Por ser un corto periodo el grupo técnico ponderó un equipo para introducir una mejora, esto no quiere decir que las demás máquinas no serán puestas en mantenimiento, ciertas tareas serán realizadas por terceros y supervisadas por los técnicos. Debido a los paros continuos que se ha venido dando en la llenadora de botellas se escogió la misma para realizar cambios con el fin de eliminar lo siguiente:

- La dificultad de operar
- Componentes defectuosos
- Mano de obra improductiva

En todas las máquinas existen los microparos, pero cuando son continuos la sumatoria de estos se resume en tiempo muerto anexándolo al sistema como paro técnico; en la llenadora los microparos se ocasionan por la caída de botellas en la cadena de arrastre (Fig.3.3). Se produce con una suerte de domino por manipulación, vibración y velocidad de la máquina, gracias a esto se genera desperdicio de producto terminado, porque al caer las botellas el líquido inyectado se derrama por los bordes, en este caso el microparo es la limpieza y puesta en orden las botellas.



**Fig.3.3. Cadena de arrastre de botellas**

La línea trabaja con diferentes tipos de formatos; cuando se requiere aquello, el equipo es sometido a cambios como la altura, pero con el pasar de los años ciertos mecanismos dejaron de realizar su función, esto no solo ha pasado con la máquina propiamente dicha, también ocurrió con la mesa circular del transportador que alimenta de botellas al llenado. El bloque dosificador es original y los años lo han deteriorado, es por eso que analizan y presupuestan para su posible reemplazo.

En la figura 3.4 se presenta la llenadora con su panel de control. La posición de la llenadora es paralela a la cadena de arrastre de botellas.



**Fig.3.4. Llenadora**



**Fig.3.5. Sistema de dosificación**

El sistema de dosificación(Fig.3.5) tiene problemas con el peso y succión, genera paros por calibración de los mismos. Existen componentes que denotan corrosión y están en funcionamiento cerca del producto.

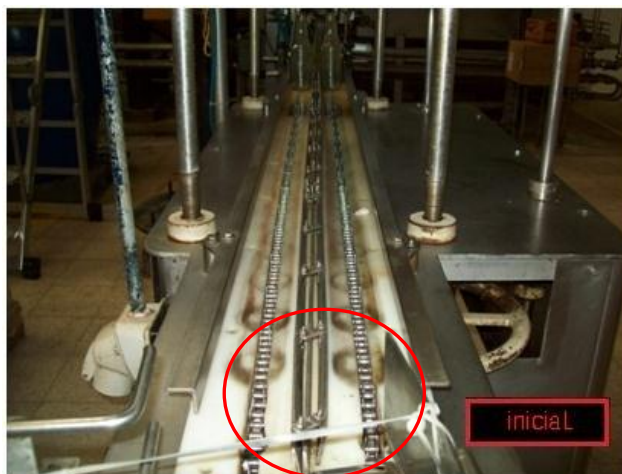
El bloque dosificador (Fig.3.6) compuesto por bloque y válvula, tiene múltiples reparaciones, se verifica que el ajuste no es el correcto y que la válvula tiene deterioro.



**Fig.3.6 .Bloque dosificador**

Los microparos en la llenadora se generan en la cadena de arrastre de botellas; por varios factores caen las botellas y cuando el dosificador inyecta, el producto se derrama. Esta situación ocasiona también lo siguiente:

- Desperdicio de botellas
- Desperdicio de producto
- Riesgo de quemadura
- Aumento de mano de obra



**Fig.3.7.Cadena de arrastre de botellas**

En lo que respecta a mano de obra improductiva la figura 3.7 se muestra el detalle donde se ubica esta situación a causa de componentes afectados. La idea es que aquellos colaboradores utilicen sus funciones en otra posición de la línea.



**Fig.3.8. Banda transportadora – Entrada de botellas**

Los detalles de la banda transportadora que se muestra en la figura 3.8 es por donde se colocan las botellas después de lavarlas, el asunto de esta banda es que no realiza su función de transportar, la mesa giratoria también esta deshabilitada. En las figuras 3.9 y 3.10 muestra el extremo de la banda transportadora, las botellas no buscan la posición hacia la banda de arrastre por ende una persona adicional debe colocar las botellas de un lado a otro.



**Fig.3.9. Banda transportadora – Entrada de botellas**



**Fig.3.10. Banda transportadora – Entrada de botellas**

El mecanismo interno (Fig.3.11) que realiza el arrastre de la botella está en funcionamiento pero el que regula la altura para los cambio de formato esta deshabilitado.



**Fig.3.11. Mecanismo interno de llenadora**

La figura 3.12 se muestra el control de la llenadora de líquido.



Fig.3.12. Panel eléctrico de llenadora

### 3.5. Situación de taponadora

La taponadora (Fig.3.13) es tipolineal y con un sistema mecánico de bandas, utiliza un remolino para posicionar las tapas en la rampa y así por gravedad hasta la boca de la botella. El paro de desajuste calibración que muestra el grafico 3.3 es en parte por la dificultad de calibrar esta máquina.

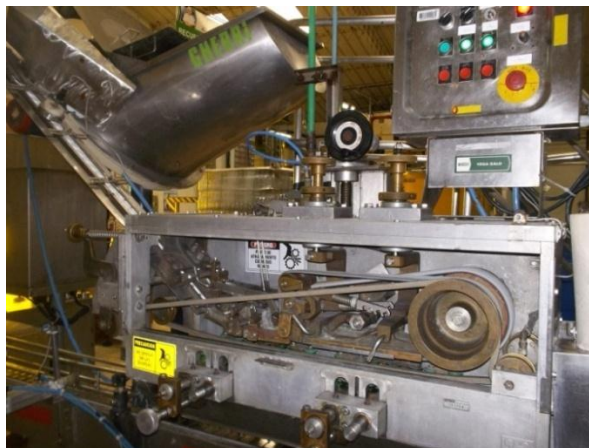
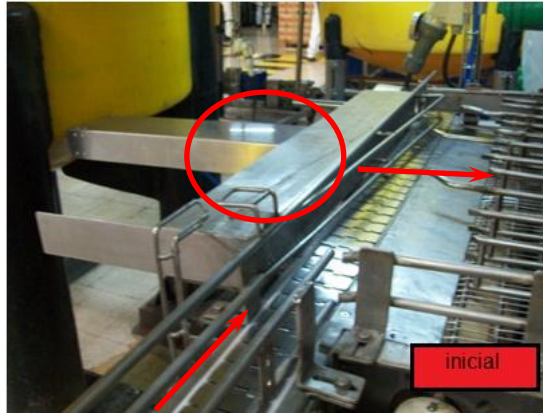


Fig.3.13. Taponadora

### 3.6. Situación de túnel de enfriamiento



**Fig.3.14. Entrada a túnel de enfriamiento**

En la figura 3.14 se muestra el funcionamiento a la entrada del túnel, cuando el cilindro que marca el detalle es accionado, empuja una hilera de botellas y produce caídas tanto a la entrada como en medio de la banda del túnel, generando microparos y mano de obra de más. La situación de la caída de botellas es considerada un riesgo para los colaboradores, el motivo es por lo que se tienen que subir a posicionar las botellas para que en la salida (Fig.3.15) no se produzca un congestionamiento.



**Fig.3.15. Salida del túnel de enfriamiento**

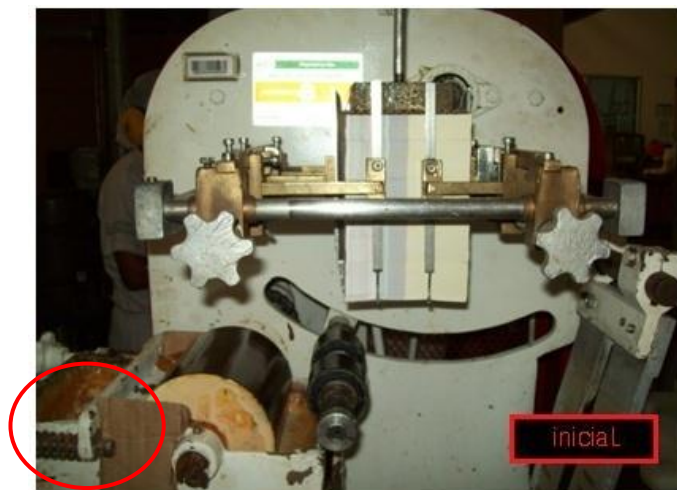
### **3.7. Situación inicial de la etiquetadora**

La etiquetadora es de tipo carrusel y rotula las botellas con etiquetas de papel a cola fría. El detalle que muestra de la figura 3.16 es por donde la cola o goma se derrama por los bordes de la engomadora llegando a ensuciar internamente



el motor de la máquina, esta situación ha causado trabamientos en componentes internos.

Para el control del área de la etiquetadora que consta de los transportadores y túnel termoformado, no se los realiza de manera segura, además de eso la operación de la máquina no tiene un panel visible siendo dificultoso el control de la velocidad.



**Fig.3.16. Engomadora y apilador de etiqueta**



**Fig.3.17. Carrusel de botellas**

En la figura 3.17 se puede observar en el detalle que los brazos sujetadores de botellas están colocados suples de cartón, esto es debido a que los 8 brazos tiene distinta medida, el operador coloca esos suples a su criterio para darle mejor sujeción a la botella, con esto se evita que caigan en cualquier posición del carrusel. El detalle de la figura 3.18 da a conocer que los brazos se encuentran fisurados y desalineados



**Fig.3.18. Brazos sujetadores de botella**

El control de la máquina (Fig.3.19) no es muy versátil por lo que resulta un tiempo más prolongado para su calibración y es sobre todo es un riesgo para el colaborador por lo que tiene que encender y apagar de manera consecutiva la máquina para poder ubicar la posición que desea corregir.



**Fig.3.19. Control de etiquetadora**

### 3.8. Situación inicial de área de etiquetado

Principalmente tenemos las acometidas eléctricas y túnel termoformado.



**Fig.3.20. Acometidas eléctricas**

Las acometidas (Fig.3.20 y 3.21) están por el suelo pudiendo causar un incidente o accidente al mismo tiempo que genera un cierto grado de incomodidad para operar la máquina



**Fig.3.21. Acometidas eléctricas**

El túnel termoformado (Fig.3.22) hace que la etiqueta de plástico se adhiera a la tapa. Para hacer un cambio de formato les resulta dificultoso a los colaboradores, inclusive se ha dañado resistencias por los movimientos bruscos que se producen al subir o bajar el túnel.



**Fig.3.22. Túnel termoformado**



**Fig.3.23. Entrada de túnel termoformado**

El panel de control esta encima del túnel a la entrada de la botellas. Ver Fig.3.23.

### **3.9. Proceso de mantenimiento**

El grupo técnico decide girar la máquina llenadora (Fig.3.24), según el programa de mejora en cual solo quedará el sistema de dosificación pues los componentes de la banda de arrastre serán dados de baja.



**Fig.3.24. Llenadora**



**Fig.3.25. Etiquetadora desensamblada.**

El proceso de mantenimiento de la etiquetadora (Fig.3.25 y Fig.3.26) van desde pintado, cambio de posiciones de sistema neumático y lo más importante cambio en el control de operación.



**Fig.3.26. Etiquetadora en proceso**

Todas las máquinas fueron sujetas a mantenimiento desde el inicio hasta el final de la línea, las actividades fueron distribuidas entre técnicos, operadores y terceros.



**Fig.3.27. Tapadora en mantenimiento**

Por falta de tiempo y presupuesto, el mantenimiento de la tapadora fue un recambio de componentes deteriorados. En un futuro se pretende cambiar el sistema de tapado mecánico por uno neumático, pero antes de realizar este proyecto se debe considerar todas características y condiciones de la línea de producción.



**Fig.3.28. Mantenimiento de Túnel de enfriamiento**

Se realiza cambio de componentes deteriorados en el túnel de enfriamiento (Fig.3.28). La rejilla de transporte de botellas se encontraba en mal estado, se corrige y se realiza ciertas pruebas para presentar una modificación de este sector.



**Fig.3.29. Mecanismo posicionador de etiquetas**

Todas las bandas transportadoras (Fig.3.30) fueron puestas en mantenimiento por terceros. El sistema interno de la etiquetadora que consta de levas, cadenas, ejes y rodamientos (Fig.3.31) fue revisado en su totalidad.



**Fig.3.30. Mantenimiento a bandas transportadoras**



**Fig.3.31. Levas de etiquetadora**

### **3.10. Situación actual de la línea de producción.**

Con el nuevo bloque dosificador (Fig.3.32) en la llenadora se obtendrá:

- El aseguramiento de calidad del producto.
- Mejor funcionamiento y regulación en proceso de llenado.





**Fig.3.32. Nuevo bloque dosificador**

- La nueva forma de llenado (Fig.3.33) es por banda transportadora sanitaria y ya no por cadena de arrastre. El cambio de formato será en menos tiempo por lo que solo se necesitaría regular la altura de las boquillas de llenado, se aprovecharía el periodo ganado para realizar pruebas o concluir con algún trabajo.



**Fig.3.33. Nueva forma de llenado**

- Los cilindros neumáticos. (Fig.3.34) serán los que comanden la posición de las botellas. Se puede regular dependiendo del tamaño de las botellas y velocidad de llenado.



**Fig.3.34. Cilindros de posicionamiento de botellas**

- El grupo de mantenimiento pudo comprobar que la llenadora puede trabajar a más golpes que el estándar que es entre 5 a 7 golpes por minuto.
- Se elimina los microparos por derrame de producto y sus consecuencias antes mencionadas.
- Banda transportadora de 90°. (Fig.3.35). La nueva banda es uno de los partícipes para que sea posible en un futuro aumentar los golpes a la máquina sin que se genere caídas de botellas. Se elimina mano de obra improductiva



**Fig.3.35. Banda transportadora de 90°**

- Con la mesa giratoria (Fig.3.36),se obtiene un mejor abastecimiento a la línea de producción.



**Fig.3.36 Mesa giratoria**

- Para el control de llenadora se instala un panel eléctrico en acero inoxidable y hermético (Fig.3.37).Controla la mesa giratoria, la banda transportadora y el arranque de la llenadora y su velocidad.



**Fig.3.37. Panel de control de llenadora**

Los mecanismos internos de la mesa de la llenadora fueron dados de baja por lo que el control de posicionado de botellas lo hacen los cilindros neumático por medio de sensores de fibra óptica e inductivo y listón neumático. Fig.3.38.



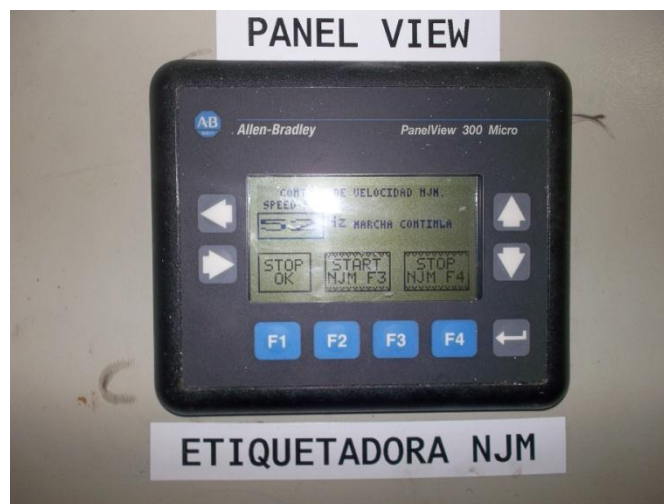
**Fig.3.38. Listón neumático**

- **Etiquetadora**

Los problemas mecánicos causan movimientos erróneos en las máquinas, generan paradas técnicas como era en el caso de la etiquetadora (Fig.3.39). Con los arreglos en todos sus componentes; desde brazos nuevos y tratados térmicamente hasta las bandas transportadoras que trabajan en esa área, se pretende que el indicador del gráfico 3.3 DESAJUSTE CALIBRACION baje considerablemente en esta máquina.



**Fig.3.39 Etiquetadora**



**Fig.3.40. Panel View**

Con el nuevo panel de control (Fig.3.40) de la etiquetadora se pretende optimizar lo siguiente:

- Control de velocidad baja para agilizar calibración de la máquina.
- Mejor control de los motores de bandas transportadoras.
- Control de la velocidad de la máquina (golpes).
- Control de banda del túnel de enfriamiento.
- Control del sistema neumático de la máquina.
- Control de encendido del túnel termoformado.

- **Área de etiquetado**

Se muestra en las figuras 3.41 y 3.42 que los cables eléctricos fueron acomodados de manera aérea para seguridad de los trabajadores.



**Fig.3.41. Área sin acometidas**



**Fig.3.42. Acometidas aéreas**



**Fig.3.43. túnel de termoformado y panel de control**

Parte de los paros de reflejo, era el daño de resistencias del túnel de termoformado (Fig.3.43) por la incómoda modificación de la altura cuando había un cambio de formato. Con un mecanismo de tornillo ahora el trabajo será más sencillo y las resistencias no sufrirán golpes.

### **3.11. Plan de mejora**

Para mantener el rendimiento de la línea se tiene como punto las inspecciones. Son órdenes programadas que duran dos semanas en la cual se puede efectuar mientras la línea de producción trabaja. Serán modificadas para verificar los siguientes puntos.

Revisión de componentes en posicionamientos de referencia en sistema de dosificación (poke-joke).

Reportar ruidos extraños en cualquier parte de la línea independientemente de quién es el responsable de la máquina.

De los resultados de las inspecciones, se va generar mantenimientos preventivos en la semana o días que no produzca la línea. Asegurar que al inicio de producción no tenga problemas técnicos. Como puntos principales

para un buen desempeño desde el arranque de las máquinas, en mantenimiento preventivo se tendrán que revisar los siguientes puntos de las tablas 3.1 y 3.2 en el caso de que no haya nada crítico que atender.

Llenadora		
Componente	Descripción	Revisión
Eje-pasador	Eje que une plato giratorio con leva, ambos	Eje en buen estado. Si ha habido
	Componentes tiene una guía en donde el eje alinea a los dos platos	Varias rotura se tiene que revisar la presión de los cilindros
Embolos	Embolos de los cilindros de dosificación	Ajuste de presión de los orines para evitar goteo
Sensores	Sensor de llenado y sensor de cilindros neumáticos	Revisión de calibrado y ajuste para evitar paros en calibrar al arranque.
Empaques	Empaques de los caños dosificadores	En buen estado para evitar fugas

**Tabla 3.1. Plan de mejora de llenadora**

Etiquetadora		
Componente	Descripción	Revisión
Engomadora	Sistema de engomado	Giro libre de tambor
Carrusel	Carrusel de botellas a etiquetar	Centrado con respecto a martillo
Cilindro neumático	Formador de etiquetas	centrado y regulado con respecto a carrusel



Ejes de acoplador de etiquetas	Ejes donde se monta el componente de poliuretano	Ajuste de todo el sistema mecánico junto a revisión de levas y seguidores.
Separador de botellas	Sistema mecánico de ruleta para que las botellas entren al etiquetado de forma separada	Regulación dependiendo del formato

**Tabla 3.3. Plan de mejora de etiquetadora**

Para darle un mejor seguimiento a la línea de producción se realizara el cálculo de la eficiencia global (Tabla 3.3).

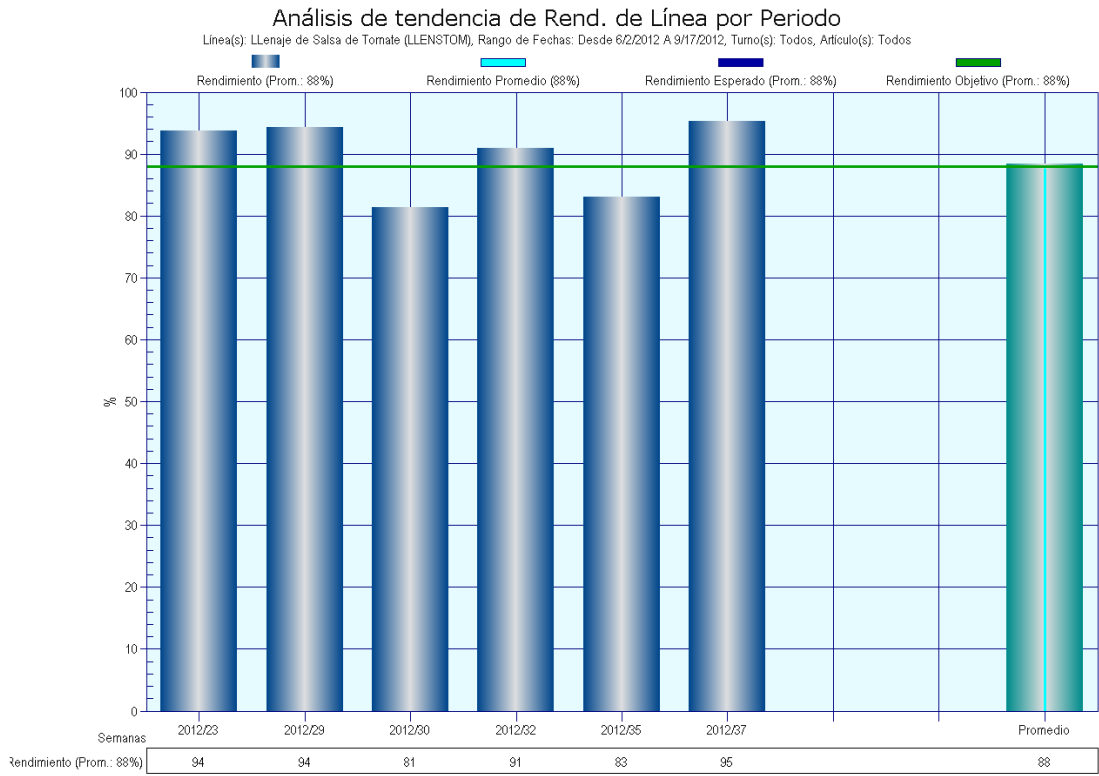
CALCULO DE EFICIENCIA						
	Cód.	1	2	3	4	Total
Tiempo total Min	A					
Tiempo de paros planeados min	B					
Tiempo disponible Min	$C = A - B$					
Tiempo de paros no planeados	D					
Tiempo de operación min	$E = C - D$					
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$F = E / C$					
Producción Total (Unidades)	$G = Buena + K$					
Producción técnica (unid/min)	H					
Producción Técnica unidades	$I = E * H$					
INDICE DE PRODUCCION	$J = G / I$					
Producción rechazada unidades	K					
INDICE DE CALIDAD	$L = (G - K) / G$					

EFIC TOTAL (porcentaje)	$ETE = F * J * L * 100$					
Paros no planeados (min)						
Ajuste, calibración						
Falta de personal						
Falta de materiales de empaque						
Falta de materia prima						
Averías Mecánicas						
Fallas eléctricas						
Falta de vapor						

**Tabla 3.3. Calculo de eficiencia.**

### 3.12. Rendimiento actual

El rendimiento actual (Gráfico 3.4) es medido desde Junio a Septiembre, al igual que los gráficos anteriores, las columnas están en semanas y la última columna es el promedio.

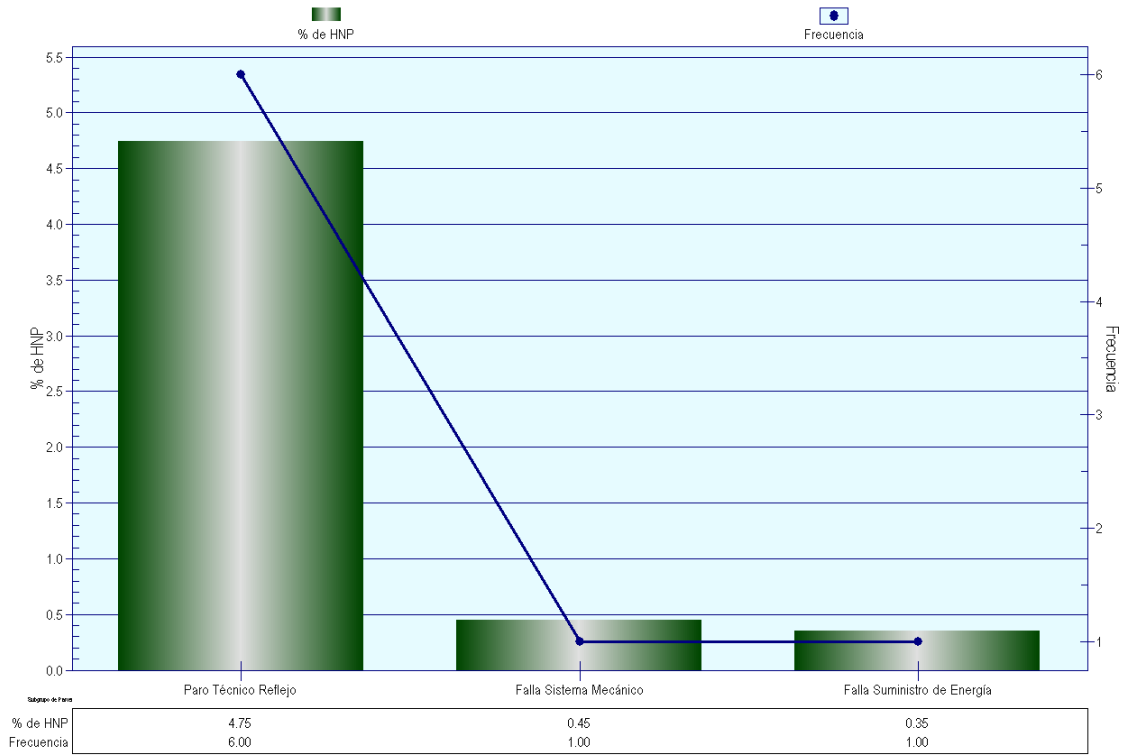


**Grafico3.4. Análisis de tendencia de rendimiento actual**

### 3.13 Análisis de la situación actual

### Análisis de Paro por Subgrupo de Paros

Línea(s): LLenaje de Salsa de Tomate (LLENSTOM), Máquina(s): Todos, Rango de datos: Desde 6/2/2012 A 9/17/2012, Turno(s): Todos, Material(es): Todos, Grupo(s) de paro: Tecnico (08)

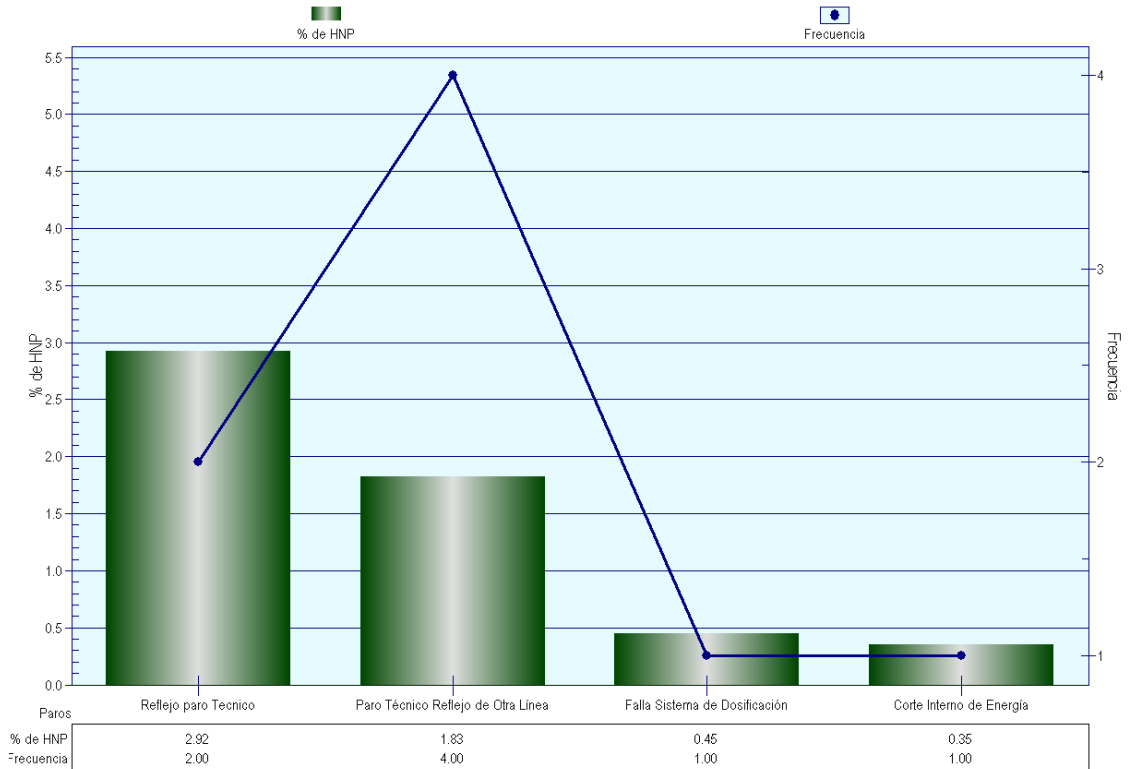


**Grafico3.5Análisis de paros por subgrupo**

Todo mantenimiento inicia con pruebas de todo tipo con respecto a la naturaleza de cada máquina, es sin duda la mejor manera de dar confiabilidad al entregar un trabajo al departamento de producción.

### Análisis de Paro por Paros

Línea(s): Llenaje de Salsa de Tomate (LLENSTOM), Máquina(s): Todos, Rango de datos: Desde 6/2/2012 A 9/17/2012, Turno(s): Todos, Material(es): Todos, Grupo(s) de paro: Técnico (08)



**Gráfico 3.6. Análisis de paros por paros**

En el gráfico 3.5 y 3.6 se tiene la nueva tendencia de la línea de producción. Esto indica que el reflejo técnico es el más alto. Observando el comportamiento en la producción se analizan nuevas oportunidades de mejora.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones:

Las mejoras realizadas en el mantenimiento se están reflejando en el gráfico 3.4 de manera positiva, no solo como indicador sino también se refleja en la estética y la mejor manera de operar las máquinas.

Llevar un programa de mejora en un mantenimiento resulta muy beneficioso para realizar la gestión y control de los trabajos. Del diagnóstico inicial se tiene que direccionar los trabajos a terceros y propios del departamento para poder agilizar todo el conjunto del proyecto de mejora.

Los planes de mejora ayudaron a mantener la línea de producción con buen rendimiento, pero cabe recalcar que hay mucho más por mejorar.

### 4.2. Recomendaciones:

Existen varias maneras de transportar las botellas en una línea de producción, en el caso del túnel de enfriamiento por el reducido espacio y el alto costo de un proyecto inicial, no se pudo realizar el cambio de sistema de enfriamiento. Es recomendable que se modifique en su totalidad la manera de transportar dentro del túnel, el riesgo aún es latente para los colaboradores. Además el sistema de tuberías de agua tiene una instalación compleja, cuando se

presente un proyecto de mejora para el túnel se tiene que tener en consideración una mejor instalación de los caños y sistema de bombeo.

Se realizaron pruebas para el empuje de botellas hacia el túnel, pero no fueron eficientes. Actualmente se presentó una idea para aquello, es de manera neumáticamente, se ha realizado pruebas y ha funcionado correctamente, las botellas no se caen al entrar al túnel.

La idea en la tapadora era hacer pruebas con una taponadora neumática. Es recomendable este sistema por que actualmente es dificultosa la calibración de la misma, el motivo es que el sistema mecánico de taponado no es el adecuado para el diámetro de la tapa; también provoca que cuando alguna botella o tapa no tiene las especificaciones dificulta la operación de tapado y existe desperdicio no solo de tiempo sino también de recursos.

Es necesario realizar una modificación al apilador de etiquetas en la máquina etiquetadora que por falta de tiempo no se concretó.

Se detectó una falla de alineamiento entre el carrusel y leva de accionamiento de brazos, un detalle muy importante que se tendrá en cuenta en el próximo mantenimiento de mejora. Como recomendación dar seguimiento a los cauchos sujetadores de botellas; su desgaste podría traer paros técnicos por lo que la presión de los brazos contra las botellas no está centro.

### **4.3. Bibliografía**

- Ref. 002- Japan Institute of Plant Maintenance, 1989
- Ref. 003- <http://productionlines.blogspot.com/>
- Ref. 001- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/2827/1/41768-1.pdf>
- Ref.004- 00GARRIDO, Santiago García, *Organización y gestión integral de mantenimiento*, España, Ed. Díaz de Santos, 2003, P. 19.
- Ref. 0002-<http://www.conductitlan.net>
- Ref. 003-<http://www.guiaenvase.com>
- Ref. 005- [www.mantenimientomundial.com](http://www.mantenimientomundial.com)