



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

**AMPLIACIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE SOPLADO DE  
BOTELLA PET, PARA UNA PLANTA EMBOTELLADORA**

**Hugo Josué Martínez Flores**  
**Asesorado por el Ing. Mec. Industrial Miguel Adolfo Morán Pérez**

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AMPLIACIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE  
SOPLADO DE BOTELLA PET, PARA UNA PLANTA  
EMBOTELLADORA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HUGO JOSUÉ MARTÍNEZ FLORES**

ASESORADO POR EL ING. MIGUEL ADOLFO MORÁN PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## FACULTAD DE INGENIERÍA



### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton de Leon Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

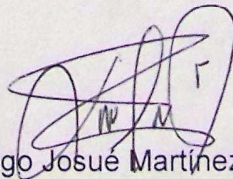
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**AMPLIACIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE  
SOPLADO DE BOTELLA PET, PARA UNA PLANTA  
EMBOTELLADORA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, el 31 noviembre de 2007.



Hugo Josué Martínez Flores

Guatemala, 20 de agosto de 2008

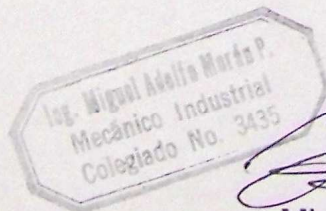
Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera  
Director de Escuela Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Estimado Ingeniero Gómez:

Por este medio informo, como asesor del estudiante Hugo Josué Martínez Flores, quien se identifica con número de carné universitario 2000-10483 de la carrera Ingeniería Mecánica Industrial, tuve a bien revisar el Trabajo de Graduación con el tema **“AMPLIACIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE SOPLADO DE BOTELLA PET PARA UNA PLANTA EMBOTELLADORA”**, el cual a mi criterio cumple con los requerimientos de un trabajo de esta índole.

Sin otro particular, me suscribo de usted,

Atentamente,



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Miguel Adolfo Morán Pérez', written over the professional stamp.

Miguel Adolfo Morán Pérez  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegiado No. 3435

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **AMPLIACIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE SOPLADO DE BOTELLA PET PARA UNA PLANTA EMBOTELLADORA**, presentado por el estudiante universitario **Hugo Josué Martínez Flores**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ingeniero Industrial

*Luis Gerardo González Castañeda*  
Colegiado No. 7814

Ing. Luis Gerardo González Castañeda  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2008.

/mgp

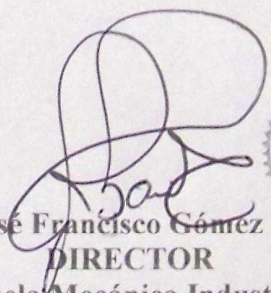
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **AMPLIACIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE SOPLADO DE BOTELLA PET, PARA UNA PLANTA EMBOTELLADORA**, presentado por el estudiante universitario **Hugo Josué Martínez Flores**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial



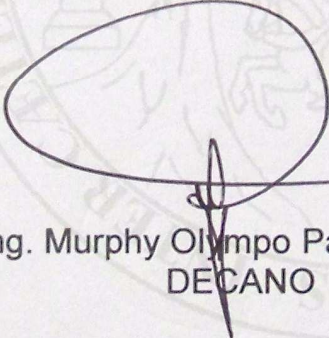
Guatemala, noviembre de 2008.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **AMPLIACIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE SOPLADO DE BOTELA PET, PARA UNA PLANTA EMBOTELLADORA**, presentado por el estudiante universitario **Hugo Josué Martínez Flores**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, noviembre de 2008.

/gdech



## **DEDICATORIA A:**

### **Dios**

Por ser guía en mi camino y permitirme alcanzar este logro en mi vida.

### **Mis Padres**

Por ser el ejemplo de trabajo, responsabilidad, honestidad, perseverancia y humildad. Por todos sus esfuerzos, apoyo y comprensión que me han brindado hasta el día de hoy.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por mostrarme el camino correcto en mi vida. “Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas.” (Josué 1:9)
- Mis Padres** Por amarme, cuidarme y alentarme, en cada paso que doy; porque en los momentos difíciles y en los buenos momentos, siempre están conmigo.
- Mis hermanas** Porque siempre estuvieron apoyándome y motivándome a seguir adelante.
- Mi novia** Por apoyarme y motivarme a alcanzar mis metas. Y por ayudarme a creer en mí.
- Mi cuñado** Por sus consejos.
- Mis tíos** Por enseñarme con sus actos que se debe luchar por alcanzar el éxito en la vida.
- Mis amigos** Sin excluir a nadie, por brindarme su amistad y por todos los momentos vividos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV

### 1. ANTECEDENTES GENERALES.

1.1 La Empresa.....	1
1.1.1 Reseña Histórica.....	1
1.1.2 Descripción.....	2
1.1.2.1 Instalaciones.....	2
1.1.2.2 Maquinaria.....	2
1.1.2.2.1 Compresores .....	3
1.1.2.2.1.1 De alta presión.....	4
1.1.2.2.1.2 De baja presión.....	4
1.1.2.2.2 Secadores.....	4
1.1.2.2.3 Torres de enfriamiento.....	5
1.1.2.2.4 Sopladoras.....	6
1.1.2.2.4.1 Descripción.....	6
1.1.2.2.4.2 Tipos.....	7
1.1.2.2.4.2.1 Según número de moldes.....	8
1.1.2.2.4.2.2 Según tipo de molde.....	8
1.1.2.2.5 Silos de almacenaje.....	8
1.1.2.2.6 Transportadores.....	9
1.1.3 Flujograma Espacial.....	9
1.2 Producto.....	11

1.2.1 Materias primas.....	11
1.2.2 Tipos de presentación.....	12
1.2.2.1 Por color.....	12
1.2.2.2 Por capacidad.....	13
1.2.3 Especificaciones técnicas.....	13

## **2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.**

2.1 Proceso.....	17
2.1.1 Descripción.....	17
2.1.1.1 Materia prima.....	17
2.1.1.2 Soplado de botella.....	18
2.1.1.3 Transporte.....	19
2.1.1.4 Almacenaje.....	20
2.1.2 Diagrama de flujo.....	20
2.1.3 Plano de planta.....	22
2.1.4 Desventajas.....	23
2.2 Producción.....	23
2.2.1 Descripción.....	24
2.1.1.1 Líneas.....	25
2.1.1.1.1 Soplado.....	25
2.1.1.1.2 Llenado.....	26
2.2.2 Formato de programa diario.....	26
2.2.3 Análisis.....	28
2.2.3.1 Capacidad.....	28
2.2.3.1.1 Soplado.....	28
2.2.3.1.2 Almacenaje.....	29
2.2.3.1.3 Llenado.....	29

2.2.3.2 Paros.....	29
--------------------	----

### **3. PROPUESTA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA ACTUAL**

3.1 Análisis FODA.....	31
3.2 Propuesta.....	32
3.2.1 Necesidad del proyecto.....	34
3.2.1.1 Área de soplado.....	35
3.2.1.2 Área de almacenaje.....	36
3.2.1.3 Área de llenado.....	37
3.2.2 Descripción.....	37
3.2.2.1 Proyecto a implementar.....	38
3.2.2.1.1 Área de soplado.....	38
3.2.2.1.2 Transporte de la botella.....	39
3.2.2.1.3 Área de almacenaje.....	41
3.2.2.2 Elementos que se agregarán.....	42
3.2.2.2.1 Bandas transportadoras.....	42
3.2.2.2.2 Silos de almacenaje.....	42
3.2.3 Ventajas.....	43

### **4. IMPLANTACIÓN Y MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE SOPLADO**

4.1 Tabla de Actividades.....	45
4.2 Aspectos de seguridad.....	47
4.3 Instalación.....	49
4.3.1 Procedimiento.....	50
4.3.1.1 Silos de almacenaje.....	51
4.3.1.2 Bandas transportadoras.....	53

4.4 Planos.....	54
4.4.1 Área de sopladoras.....	54
4.4.2 Área de silos.....	55
4.4.3 Área de llenadoras.....	55
<b>5. SEGUIMIENTO</b>	
5.1 Funcionamiento de la nueva distribución.....	57
5.1.1 Puntos críticos.....	57
5.1.2 Mantenimiento preventivo.....	58
5.1.2.1 Bandas transportadoras.....	60
5.1.2.2 Silos de almacenaje.....	63
5.1.2.3 Secadores.....	63
5.1.2.4 Torres de enfriamiento.....	64
5.1.2.5 Sopladoras.....	67
5.2 Beneficios obtenidos.....	69
5.3 Análisis de los resultados.....	69
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>75</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Imagen Máquina Sopladora de 20 moldes marca Sidel.....	6
2. Flujograma espacial de la planta.....	9
3. Diagrama de Flujo de proceso para el Soplado de Botella PET.....	21
4. Plano de planta de producción.....	22
5. Análisis FODA para la producción de bebidas carbonatadas.....	32
6. Esquema distribución actual botella plástica.....	39
7. Esquema de la nueva distribución de botella plástica.....	40
8. Ilustración de los silos agregados.....	43

### TABLAS

1. Especificación Técnica para una botella PET de 600 ml Aqua.....	13
2. Especificación Técnica para una botella PET de 600 ml.....	13
3. Especificación Técnica para una botella PET de 1.5 litros.....	14
4. Especificación Técnica para una botella PET de 2 litros.....	14
5. Especificación Técnica para una botella PET de 2.5 litros.....	15
6. Especificación Técnica para una botella PET de 3 litros.....	15
7. Tipo de preforma utilizada.....	17
8. Color de preforma utilizada para los distintos productos.....	18
9. Programa de Producción Diario.....	27
10. Tabla de actividades del proyecto a implementar.....	46





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Hrs.</b>	Horas
<b>Lts.</b>	Litros
<b>b/h</b>	botellas por hora
<b>ml.</b>	Mililitros
<b>mm.</b>	Milímetros
<b>onz.</b>	Onzas
<b>cm.</b>	Centímetros



## **GLOSARIO**

<b>PET</b>	Es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, utilizada para la fabricación de botellas plásticas. Su denominación técnica es Polietilén Tereftalato o Politereftalato de etileno.
<b>Silos</b>	Son estructuras utilizadas para el almacenamiento de materia prima, en este caso botella plástica.
<b>Soplado</b>	Proceso de introducir aire comprimido seco y libre de aceite, a una presión dada que provoca el moldeo del material PET, contra el molde que está cavado en negativo con la forma deseada.
<b>Preforma</b>	Materia prima de distinto peso y características, utilizado para el soplado de botellas PET.
<b>SBO</b>	Nomenclatura utilizada para identificar a las máquinas sopladoras.
<b>Flujograma</b>	Representación gráfica de un proceso por medio de símbolos.
<b>PVC</b>	Polímero de cloruro de vinilo que se emplea para la fabricación de diversos productos plásticos.



## **RESUMEN**

En una planta embotelladora, debido a las características de los productos, el proceso de transporte y el proceso de almacenaje deben de controlarse de tal manera que garanticen las perfectas condiciones del producto terminado.

En todo proceso de producción, existe una gran importancia en que éste se comporte de una manera continua y que se logre una conexión eficiente de las distintas áreas de trabajo que lo conforma. Para ello se debe de eliminar los paros innecesarios, de tal manera que esto no afecte la continuidad del proceso y los tiempos de producción, ya que la deficiencia en un área de la línea de producción obliga al paro total o bien a un retraso en la producción.

Actualmente, dentro de la embotelladora se realizan paros programados para el mantenimiento preventivo de las máquinas, dichos paros por su importancia no pueden ni deben de ser eliminados; los paros que se buscan minimizar o bien eliminar son los paros que se dan debido a una mayor velocidad de producción de la línea de llenado, respecto a la velocidad de la línea de soplado de botella, lo que ocasiona la falta de abastecimiento de botella para el llenado, evitando la continuidad del proceso.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Definir, medir, analizar e implementar mediante un estudio técnico y económico, la ampliación y redistribución del proceso de soplado de botella PET, para una Planta Embotelladora.

### **ESPECÍFICOS**

1. Reducir los paros en producción de llenado por falta de botella.
2. Obtener mayor capacidad de almacenamiento que ayude a la producción continua y un mejor control de inventarios.
3. Ayudar al cumplimiento de los programas y demandas diarias de producción de botella.
4. Reducir el tiempo de recepción de botella plástica y daños ocasionados por el recorrido del transporte.
5. Redistribuir el paso de la botella por las bandas transportadoras.
6. Aumentar la eficiencia de Plastiglas, en la producción demandada por Embotelladora La Mariposa.
7. Mejorar la capacidad instalada de la maquinaria dentro de la planta de producción.





## INTRODUCCIÓN

En el proceso utilizado para la elaboración de bebidas carbonatadas, se involucra gran variedad de maquinaria y una línea de producción continua y automatizada, por ello, debido al crecimiento en la demanda diaria, se vuelve necesario realizar un estudio en la planta, que busque mejorar el paso de la materia prima hasta su transformación, en donde se logre minimizar los paros de producción y lograr así un abastecimiento continuo que se transformará en el cumplimiento de los programas diarios de producción, entregas de pedidos a tiempo y satisfacción con el cliente, que para la empresa se convierta en utilidad.

. El balance de líneas en plantas productivas es muy importante para el aprovechamiento del equipo y maquinaria en toda empresa industrial, con el objetivo de obtener los mejores resultados a un menor costo.

Embotelladora La Mariposa, se vio en la necesidad de ampliar su línea de embotellado, por lo que es necesario que la empresa Plastiglas, que es una empresa proveedora de botella PET que abastece a Embotelladora La Mariposa dentro de sus instalaciones, mejore su proceso de soplado instalando nuevos elementos de maquinaria y analizando sus líneas de producción.



## **1. ANTECEDENTES GENERALES.**

### **1.1 La Empresa**

La Embotelladora La Mariposa tiene como principal actividad la producción de bebidas carbonatadas en diversos sabores, su proceso productivo es esencialmente de tipo continuo, lo que implica que su volumen de producción sea de gran magnitud. La demanda de su producto la convierte en una empresa sólida y líder en la industria guatemalteca.

Para minimizar los costos de la adquisición de la preforma, que es la materia prima para la realización de la botella plástica, Plastiglas, proveedor de dicha preforma, produce la materia prima dentro de las instalaciones de Embotelladora La Mariposa, evitando así desperdicio de producto causado por averías ocasionadas en el transporte.

#### **1.1.1 Reseña Histórica**

The Central America Bottling Corporation (Cabcorp) es una empresa pionera en el mercado de bebidas. Cubre toda la región centroamericana y el Caribe. La historia de Cabcorp se remonta a 1885, año en el que Enrique Castillo Córdova fundó la Fábrica de Bebidas Gaseosas “La Centroamericana”. En 1934, Cabcorp creció mediante la compra de la Fábrica de Bebidas Gaseosas “La Mariposa”.

En 1942, PepsiCo le concedió a esta empresa guatemalteca la franquicia para producir, distribuir y vender sus marcas. Actualmente, Cabcorp, por medio de Embotelladora La Mariposa es ancla para Pepsi Cola Company para la región centroamericana.

## **1.1.2 Descripción**

### **1.1.2.1 Instalaciones**

Embotelladora Mariposa cuenta con un área aproximada de 180 manzanas, la cual esta distribuida en áreas o departamentos, como lo son el departamento de administración, departamento de producción, departamento de almacenaje de producto terminado, departamento de mantenimiento, departamento de carga y entrega y áreas de recepción.

En el departamento de administración es donde se lleva a cabo la logística y la parte administrativa. De igual manera se encuentra en el departamento de producción se lleva a cabo todo el proceso de fabricación de las bebidas carbonatadas. En el departamento de mantenimiento se cuenta con una bodega de repuestos previendo fallos en la máquinas y así evitar paros prolongados por falta de repuesto. Posee también un área de almacenaje y entrega de producto, y de igual manera áreas para recepción.

### **1.1.2.2 Maquinaria**

La maquinaria que se utiliza para el proceso de soplado de botella es:

- Compresores
- Secadores
- Torres de enfriamiento
- Sopladoras
- Silos de almacenaje
- Transportadoras

#### **1.1.2.2.1 Compresores**

Los compresores no son más que máquinas que aspiran el aire del ambiente a la presión y temperatura atmosférica y lo comprime hasta conferirle una presión superior. Son máquinas generadoras de aire comprimido. En el proceso de soplado de botella, los compresores son utilizados para realizar una inyección de aire comprimido dentro de las máquinas sopladoras, dentro de los moldes para ser específicos, para darle su forma final a la preforma convirtiéndola en botella plástica que puede ser trasladada para su llenado.

La Embotelladora cuenta con compresores de alta y de baja presión, marca ATELIER FRANCOIS, ambos utilizados para el mismo fin, aplicar aire comprimido a las máquinas de soplado de botella.

#### **1.1.2.2.1.1 De alta presión**

En este caso, los compresores de alta presión trabajan a una presión de 40 bar, esta presión viaja a las máquinas sopladoras y es inyectada dentro de los moldes expandiendo la preforma para que tome forma de la botella deseada.

#### **1.1.2.2.1.2 De baja presión**

Los compresores de baja presión realizan la misma función que los de alta, la presión, en este caso de 7 bar es inyectada a los moldes para expandir la preforma, una vez que esto sucede ingresa la presión de 40 bar para finalizar el proceso.

#### **1.1.2.2.2 Secadores**

Se cuenta con secadores de aire, marca DONALDSON ULTRAFILTER, uno para cada uno de los compresores. Estos actúan en el proceso de producción durante el aumento de presión en el sistema, el aire comprimido generado por los compresores, tanto de baja como alta presión pasa al los distintos secadores de aire, donde el sistema de filtrado elimina los contaminantes y pasa el aire a la etapa de secado. Este proceso se da para obtener un aire mas seco que ayude a obtener un mejor proceso y además cuidar la tubería. Para lograr esto, el aire impregnado de humedad pasa por el lecho de desecante en el cartucho del secador de aire y es secado.

Cuando el compresor se descarga, el agua es expulsada y el aire seco vuelve a pasar por el secador, seca el desecante para el próximo ciclo.

#### **1.1.2.2.3 Torres de enfriamiento**

Se cuenta con el funcionamiento de dos torres de enfriamiento para la producción, el fin de estas es el de enfriar el agua en grandes volúmenes, para ser reutilizado en el proceso.

En el interior de las torres se cuenta con un empaque o relleno que tiene el propósito de aumentar la superficie de contacto entre el agua caliente y el aire que la enfría. El agua se introduce por el domo de la torre por medio de boquillas para distribuir el agua en la mayor superficie posible; el enfriamiento ocurre cuando el agua, al caer a través de la torre, se pone en contacto directo con una corriente de aire que fluye a contracorriente, con una temperatura de bulbo húmedo inferior a la temperatura del agua caliente, en estas condiciones, el agua se enfría por evaporación y por transferencia de calor sensible y latente del agua al aire, lo anterior origina que la temperatura del aire y su humedad aumenten y que la temperatura del agua descienda.

#### **1.1.2.2.4 Sopladoras**

Se cuenta con cuatro máquinas sopladoras marca Sidel, para el sistema de moldeado por soplado, esto no requiere de operadores altamente calificados para producir una calidad consistente en las botellas, debido al funcionamiento automatizado de la máquina la cual requiere únicamente de calibración exacta para que trabaje continuamente.

##### **1.1.2.2.4.1 Descripción**

El proceso que se lleva a cabo dentro de las máquinas sopladoras comienza con la carga de las preformas en la tolva, estas llegan hasta el precalentador que utiliza una pista de velocidad variable que mueve las preformas a través de un área de calentamiento o túnel.

Cuando las preformas hayan completado el viaje a través del precalentador, serán llevados hasta el moldeador de soplado, donde reciben la descarga de presión para formar las botellas, según el molde con el que se trabaje.

Las botellas terminadas son trasladadas directamente a una banda transportadora para ser almacenadas para su uso posterior.

El sistema de moldeo que se produce internamente de la máquina sopladora utiliza presiones de 7 y 40 bar aplicadas en ese orden para que la formación de la botella sea la adecuada.



En la figura 1, se observa una imagen de una sopladora (SBO20) marca Sidel con capacidad para 20 moldes, actualmente la máquina sopladora con mayor capacidad con la que se cuenta para producir botella PET dentro de la Embotelladora La Mariposa.

**Figura 1. Imagen máquina Sopladora de 20 moldes marca Sidel.**



**Fuente: Manual de Operación Sopladora Sidel SBO20**

#### **1.1.2.2.4.2 Tipos**

Las máquinas sopladoras se diferencian principalmente por el número de moldes que posee y además estas pueden producir distinto tipo de botella realizando una variación en el tipo de molde utilizado.

#### **1.1.2.2.4.2.1 Según número de moldes**

Se cuenta con cuatro sopladoras, ellas difieren por el número de moldes que estas poseen, los moldes no son más que la cantidad de botellas que se producen por ciclo; la de menor capacidad es de ocho moldes, siguiendo con la de doce y dieciséis moldes. La de mayor capacidad tiene veinte moldes.

#### **1.1.2.2.4.2.2 Según tipo de molde**

Los moldes en las sopladoras se cambian, según el tipo de botella a producir, se evita realizar demasiados cambios de molde debido al tiempo que esto conlleva; por este motivo dos de las cuatro sopladoras están destinadas para realizar un solo tipo de botella

#### **1.1.2.2.5 Silos de almacenaje**

Los silos no son más que estructuras metálicas que funcionan como una solución para el almacenaje de botella plástica vacía antes de ser utilizada para su llenado. De las dimensiones de dichos silos va a depender la cantidad de botella que se puede almacenar en ellas, aunque no se utiliza su capacidad total para así evitar deterioros en las botellas por el hecho de estar una sobre la otra.

El ingreso de la botella se da por la parte superior del silo y la salida de la botella hacia las bandas transportadoras se da por la parte inferior.

#### **1.1.2.2.6 Transportadores**

Los transportadores se usan para pasar artículos (en este caso botellas vacías) de una máquina a otra, movimiento de un departamento a otro, o bien como enlace de producción con sistemas automáticos de almacenamiento y despacho. En la producción se utilizan transportadores de banda, con este tipo de transportador la carga se transporta sobre la banda apoyada en los rodillos.

Las bandas mantienen el espaciamiento entre paquetes sucesivos, necesarios para los mecanismos de derivación de circuito abierto.

#### **1.1.3 Flujograma espacial**

En la figura 2, podemos observar un Flujograma Espacial de la planta para poder observar la posición de las distintas áreas de producción.

**Figura 2. Flujograma Espacial de la planta**

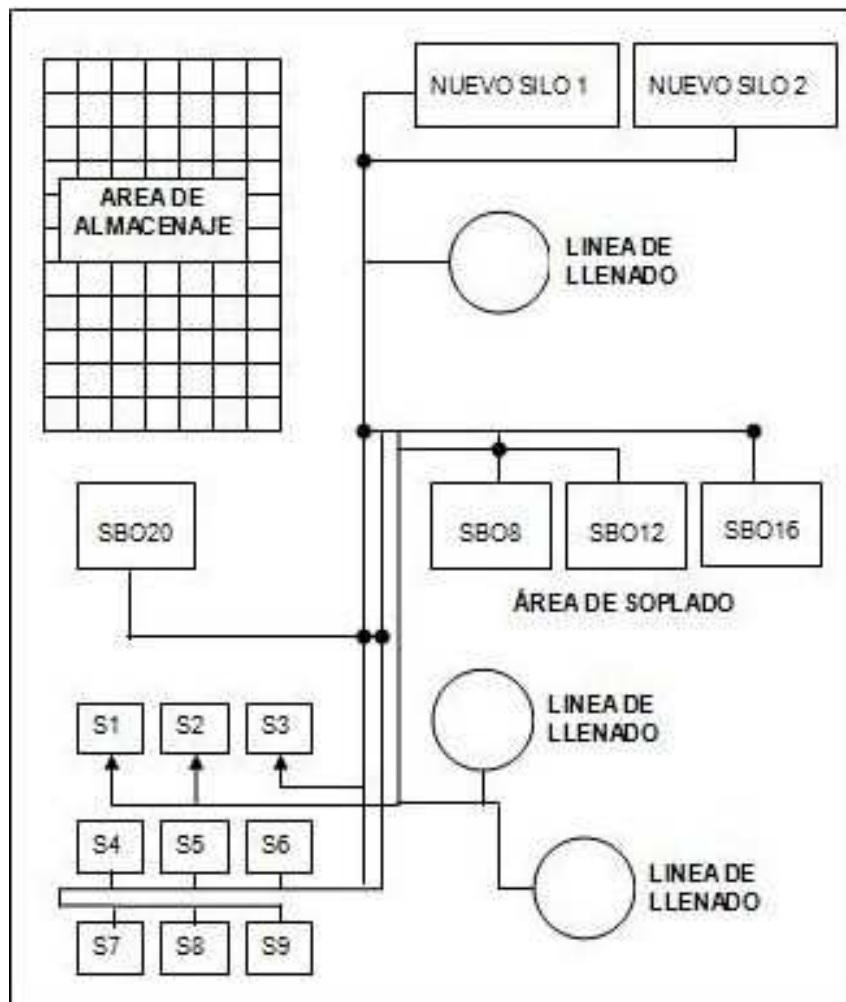
**Departamento:** Producción

**Hoja:** 1/1

**Diagrama:** Flujograma Espacial

**Diagrama No:** 1

**Realizado:** Hugo Josué Martínez Flores



**Fuente:** Distribución actual de la planta Embotelladora.

## **1.2 Producto**

El proceso de soplado de botella plástica y luego el llenado de la misma, da como resultado final las bebidas carbonatadas en sus distintas presentaciones, que en la actualidad poseen gran demanda en el mercado multinacional. Para que el producto final obtenga la calidad deseada y competitiva es necesario que todas las líneas que conforman la producción estén bien controladas y que trabajen de manera continua y eficiente.

### **1.2.1 Materias Primas**

La materia prima utilizada para el llenado de bebidas carbonatadas es la botella plástica PET. Actualmente el proveedor de esta botella realiza su producción dentro de las instalaciones de la embotelladora, logrando con esto una reducción de costos. Dicho proveedor produce la botella plástica y abastece directamente las líneas de llenado, convirtiéndose en parte de la producción. Por tal motivo la materia prima utilizada es la preforma utilizada para el soplado de botella plástica.

La preforma viene en presentación de veintitrés (23), veinticinco (25), cuarenta y ocho (48) y cincuenta y ocho (58) gramos. La preforma se encuentra en bodega en cajas que varían según el tipo de preforma. Las cajas con preformas de 23 y 25 gramos contienen 14,832 preformas, y las de 48 y 58 gramos tienen 7,714 y 6,200 preformas respectivamente por caja.

## **1.2.2 Tipos de Presentación**

La preformas utilizadas varían por el tipo de presentación o capacidad de la botella y el color, según la producción que se realizará.

### **1.2.2.1 Por color**

La botella que se utiliza para la producción de bebidas carbonatadas nace de una preforma PET (Politereftalato de etileno), la cual es abastecida hasta las instalaciones de la embotelladora y dentro de esta se realiza el proceso de soplado de botella utilizando dicha preforma para finalmente convertirla en botella plástica en distinto tamaño y presentación para el llenado de bebidas carbonatadas. Dicho material es utilizado en la fabricación de botellas por su alta elasticidad y manejo en la formación con moldes en caliente, y además por su resistencia y menor costo en comparación de las botellas de vidrio.

Se utilizan tres distintos colores de preforma para la producción de botella plástica:

- Transparente
- Verde
- Silver (plateado)

La preforma silver es utilizada para botellas promocionales, por lo que su producción no es diaria.

### **1.2.2.2 Por capacidad**

Según la capacidad de botella a producir, se utiliza diferente tipo de preforma, las botellas de mayor cantidad de gramos se utilizan para botellas de mayor capacidad por lo que son mas resistentes, con la preforma de menos gramos se produce botella mas delgada y pequeña.

### **1.2.3 Especificaciones Técnica**

Existen diferentes especificaciones técnicas para el tipo de preforma a utilizar en la producción de las distintas presentaciones de botella, tanto para 600 ml para bebida carbonatada como para agua pura, 1.5 litros, 2 litros, 2.5 litros y 3 litros.

En las tablas I. a VI. se observan las especificaciones para las distintas presentaciones de botella.

Tabla I. Especificación Técnica para una botella PET de 600 ml Aqua.

<b>ESPECIFICACIÓN BOTELLA PET 600 ml Aqua</b>		
<b>Presentación</b>	20 onzas Aqua	
<b>Capacidad Nominal</b>	600 ml.	
<b>Nivel de Llenado</b>	40 mm.	
<b>Preforma Utilizada</b>	PG 23 gramos	
		<b>Tolerancia (+/-)</b>
<b>Peso</b>	23 g.	0.5
<b>Capacidad de Llenado</b>	600 ml	15.1
<b>Altura Total</b>	245.16 mm.	2.0
<b>Diámetro Hombro</b>	68.0 mm.	1
<b>Diámetro Panel</b>	61.8 mm.	1
<b>Diámetro Base</b>	68.0 mm.	1
<b>Espesor Hombro</b>	0.25 mm	
<b>Espesor Base</b>	0.25 mm.	
<b>Espesor Panel</b>	0.25 mm.	

Fuente: Datos de Embotelladora

Tabla II. Especificación Técnica para una botella PET de 600 ml.

<b>ESPECIFICACIÓN BOTELLA PET 600 ml</b>		
<b>Presentación</b>	20 onzas	
<b>Capacidad Nominal</b>	600 ml.	
<b>Nivel de Llenado</b>	40 mm.	
<b>Preforma Utilizada</b>	PG 25 gramos	
		<b>Tolerancia (+/-)</b>
<b>Peso</b>	25 g.	0.5
<b>Capacidad de Llenado</b>	600 ml	15.1
<b>Altura Total</b>	245.16 mm.	2.0
<b>Diámetro Hombro</b>	68.0 mm.	1
<b>Diámetro Panel</b>	61.8 mm.	1
<b>Diámetro Base</b>	68.0 mm.	1
<b>Espesor Hombro</b>	0.25 mm	
<b>Espesor Base</b>	0.25 mm.	
<b>Espesor Panel</b>	0.25 mm.	

Fuente: Datos de Embotelladora



Tabla III. Especificación Técnica para una botella PET de 1.5 litros.

<b>ESPECIFICACIÓN BOTELLA PET 1.5 litros</b>		
<b>Presentación</b>	1.5 litros	
<b>Capacidad Nominal</b>	1500 ml.	
<b>Nivel de Llenado</b>	50 mm.	
<b>Preforma Utilizada</b>	PG 48 gramos	
		<b>Tolerancia (+/-)</b>
<b>Peso</b>	48 g.	0.5
<b>Capacidad de Llenado</b>	1500 ml	15.1
<b>Altura Total</b>	332 mm.	2.0
<b>Diámetro Hombro</b>	88.5 mm.	1
<b>Diámetro Panel</b>	85.0 mm.	1
<b>Diámetro Base</b>	88.5 mm.	1
<b>Espesor Hombro</b>	0.28 mm	
<b>Espesor Base</b>	0.28 mm.	
<b>Espesor Panel</b>	0.28 mm	

Fuente: Datos de Embotelladora

Tabla IV. Especificación Técnica para una botella PET de 2 litros.

<b>ESPECIFICACIÓN BOTELLA PET 2 litros</b>		
<b>Presentación</b>	2 litros	
<b>Capacidad Nominal</b>	2000 ml.	
<b>Nivel de Llenado</b>	50 mm.	
<b>Preforma Utilizada</b>	PG 48 gramos	
		<b>Tolerancia (+/-)</b>
<b>Peso</b>	48 g.	0.5
<b>Capacidad de Llenado</b>	2000 ml	15.1
<b>Altura Total</b>	350 mm.	2.0
<b>Diámetro Hombro</b>	102.9 mm.	1
<b>Diámetro Panel</b>	91.0 mm.	1
<b>Diámetro Base</b>	102.9 mm	1
<b>Espesor Hombro</b>	0.28 mm	
<b>Espesor Base</b>	0.28 mm.	
<b>Espesor Panel</b>	0.28 mm	

Fuente: Datos de Embotelladora

Tabla V. Especificación Técnica para una botella PET de 2.5 litros.

<b>ESPECIFICACIÓN BOTELLA PET 2.5 litros</b>		
<b>Presentación</b>	2.5 litros	
<b>Capacidad Nominal</b>	2500 ml.	
<b>Nivel de Llenado</b>	53 mm.	
<b>Preforma Utilizada</b>	PG 58 gramos	
		<b>Tolerancia (+/-)</b>
<b>Peso</b>	58 g.	0.5
<b>Capacidad de Llenado</b>	2500 ml	15.1
<b>Altura Total</b>	363 mm.	2.0
<b>Diámetro Hombro</b>	108.0 mm.	1
<b>Diámetro Panel</b>	106.6 mm.	1
<b>Diámetro Base</b>	108.0 mm.	1
<b>Espesor Hombro</b>	0.28 mm	
<b>Espesor Base</b>	0.25 mm.	
<b>Espesor Panel</b>	0.25 mm.	

Fuente: Datos de Embotelladora

Tabla VI. Especificación Técnica para una botella PET de 3 litros

<b>ESPECIFICACIÓN BOTELLA PET 3 litros</b>		
<b>Presentación</b>	3 litros	
<b>Capacidad Nominal</b>	3000 ml.	
<b>Nivel de Llenado</b>	40 mm.	
<b>Preforma Utilizada</b>	PG 58 gramos	
		<b>Tolerancia (+/-)</b>
<b>Peso</b>	58 g.	0.5
<b>Capacidad de Llenado</b>	3000 ml	15.1
<b>Altura Total</b>	344 mm.	2.0
<b>Diámetro Hombro</b>	121.0 mm.	1
<b>Diámetro Panel</b>	120.0 mm.	1
<b>Diámetro Base</b>	121.0 mm.	1
<b>Espesor Hombro</b>	0.28 mm	
<b>Espesor Base</b>	0.25 mm.	
<b>Espesor Panel</b>	0.25 mm.	

Fuente: Datos de Embotellado

## 2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1 Proceso

Antes que una botella PET sea requerida al área de llenado de botellas debe atravesar un proceso, que va desde el soplado de la preforma a utilizar según el tipo de presentación de bebida a producir, hasta el almacenaje de esta misma, pasando antes por la forma de transportación de la botella hacia los silos; dicho proceso es totalmente automatizado.

#### 2.1.1 Descripción

##### 2.1.1.1 Materia prima

Para la realización de la botella para llenado de bebidas carbonatadas se utilizan distintos tipos de preforma, variando estas en color y gramaje según el tipo de presentación a producir.

A continuación se presenta la tabla VII, que detalla el tipo de preforma a utilizar dependiendo de la presentación de la botella a producir.

**Tabla VII. Tipo de preforma utilizada.**

Preforma (g)	Presentación	Descripción
23	22 onz aqua	Botella agua pura Aqua
25	22 onz.	Botella bebida carbonatada
48	1.5 y 2 lts.	Botella bebida carbonatada
58	2.5 lts.	Botella bebida carbonatada
108	PRB.	Botella de material retornable

Fuente: Especificaciones para producción de botellas.

La preforma a utilizar variará también de acuerdo a la bebida carbonatada a producir.

A continuación se presenta la tabla VIII que detalla el tipo de preforma a utilizar dependiendo la bebida a producir.

**Tabla VIII. Color de preforma utilizada para los distintos productos.**

<b>Preforma (Color)</b>	<b>Descripción</b>
Transparente	Pepsi, Grapette, Rica, Aqua
Verde	7up, Mirinda
Silver	Pepsi Promocional

**Fuente: Especificaciones de Embotelladora.**

Dependiendo del tipo de presentación y color que se demande diariamente para la producción, se utilizará el distinto tipo de preforma, teniendo así que ajustar los moldes de las sopladoras.

#### **2.1.1.2 Soplado de Botella**

El proceso de soplado comienza al alimentar la tolva de la máquina sopladora con la preforma a utilizar. Dentro de la máquina el usillo o tornillo de extrusión se encarga de movilizar el material a través del cañón donde el material es calentado por una serie de resistencias (las cuales se conocen como zonas de calefacción) hasta que toma la forma de un tubo hueco.

Una vez sucede esto, el molde (compuesto por dos caras) en posición abierta es posicionado debajo del cabezal y es cerrado automáticamente, en este mismo instante es trasladado hacia la parte de debajo de los pines sopladores para que estos una vez posicionado el molde bajen e inicien el soplado dentro del molde y por la acción del aire comprimido, primero a una presión de 7 bar (denominada baja presión) y luego una descarga de 40 bar (denominada alta presión) la preforma será distribuida dentro del área disponible en las caras del molde. El molde internamente está provisto de un circuito de agua de refrigeración que provoca que el plástico comience a enfriarse y por ende a solidificarse ya con la forma de la botella que el molde posee. Al haberse enfriado lo suficiente, el molde se abre y permite que un juego de brazos mecánicos traslade los envases ya formados al área de desbarbado que es donde la máquina procede a eliminar la rebaba y transportar los envases hacia la bandeja de salida.

### **2.1.1.3 Transporte**

Una vez terminado el proceso de soplado de la botella PET, ésta es llevada por medio de bandas transportadoras hacia los silos de almacenaje para permanecer ahí hasta cuando sean requeridos al área de llenado de botellas.

El material del cual están fabricadas las bandas transportadoras es PVC y poseen unos cangilones o empujadores colocados a una separación aproximada de 25 cm. entre ellos que sirven para que las botellas no se resbalen sobre la banda ya que son llevadas desde la salida de la sopladora hasta una altura aproximada de 6 mts.

A esta altura las distintas bandas llevan las botellas hacia los silos.

#### **2.1.1.4 Almacenaje**

Las botellas se depositan en cada uno de los nueve silos de almacenaje colocados en tres filas de tres silos cada una, la capacidad actual de cada uno de estos silos va a variar dependiendo del tipo de presentación de la botella.

Actualmente seis silos están destinados específicamente para almacenar botella de 600 ml, que es la que tiene mayor demanda diaria en producción, dejando solamente tres silos para almacenar los distintos tipos de presentación restantes.

#### **2.1.2 Diagrama de flujo**

En la figura 3 se puede observar el Diagrama de Flujo del proceso de soplado de botella.

**Figura 3. Diagrama de Flujo de proceso para el Soplado de Botella PET**

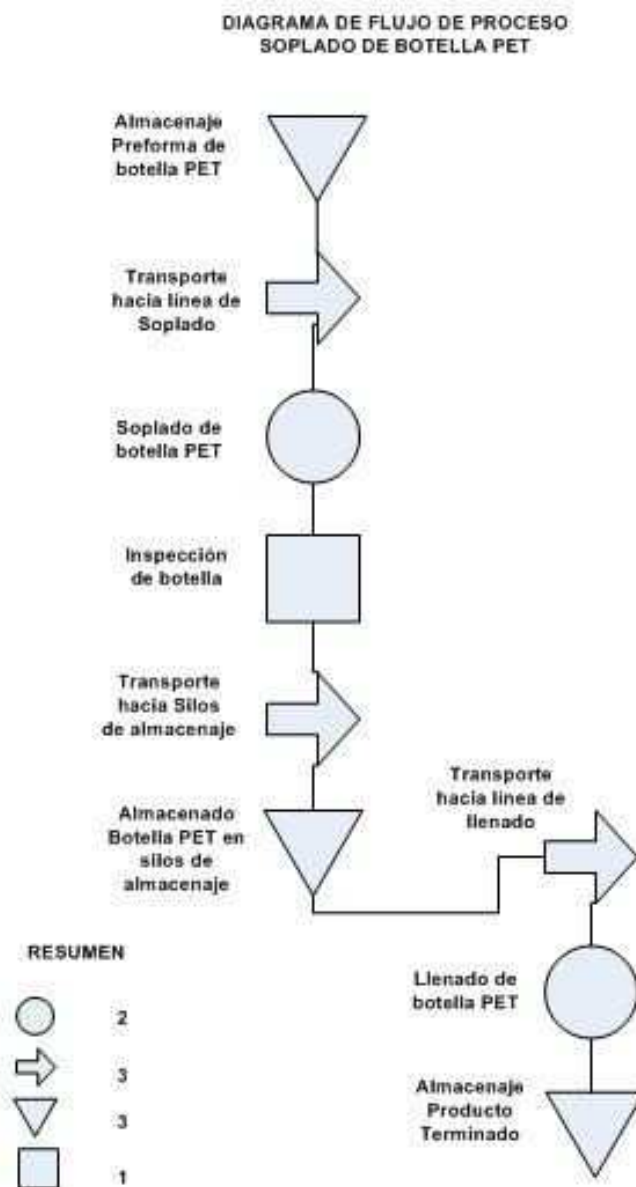
**Departamento:** Producción

**Hoja:** 1/1

**Diagrama:** Diagrama de Flujo de proceso

**Diagrama No:** 2

**Realizado:** Hugo Josué Martínez Flores

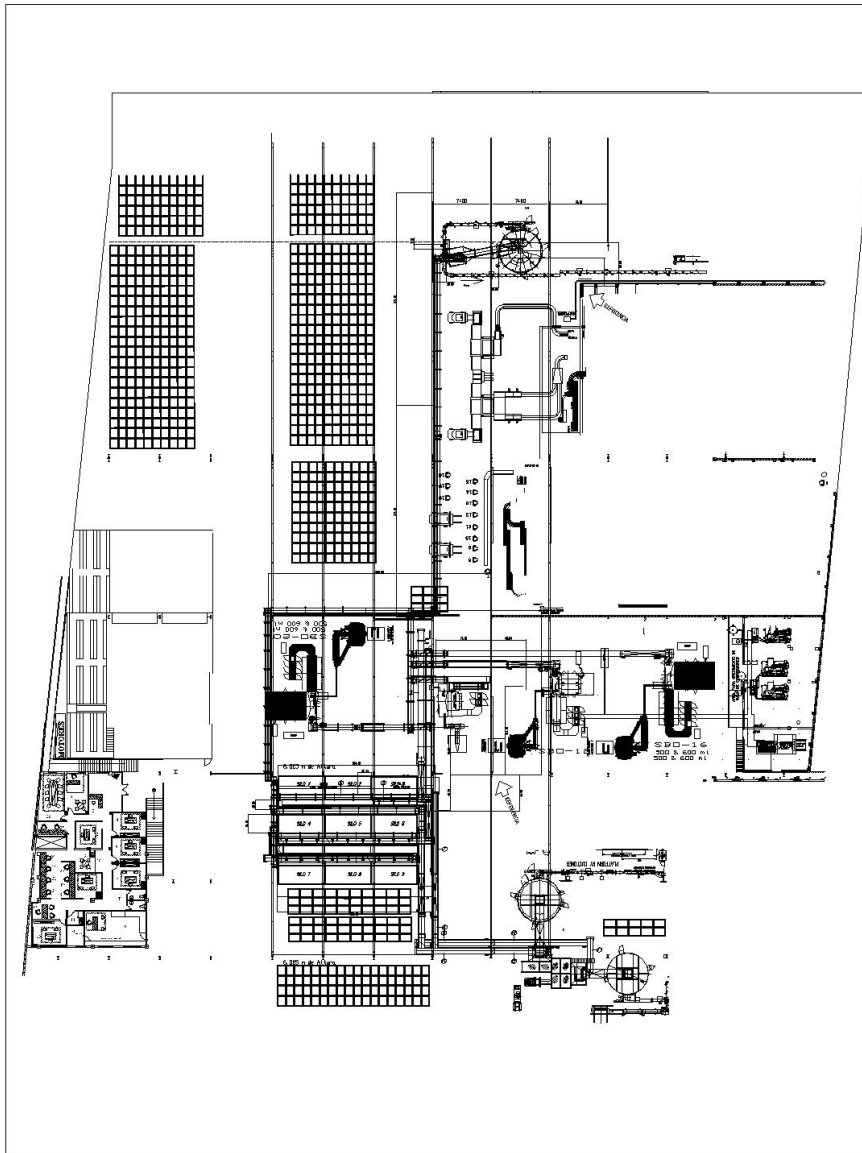


**Fuente:** Departamento de Producción

### 2.1.3 Plano de planta

En la figura 4 se puede observar la planta de distribución de producción.

**Figura 4. Plano de planta de producción**



**Fuente: TEC (México) Empresa encargada del Proyecto**



#### **2.1.4 Desventajas**

En el momento de arranque de producción, las maquinas llenadoras comienzan a demandar las botellas que se encuentran almacenadas en lo silos, a su vez las sopladores comienzan a producir botella con la limitante de no poder almacenar mas botella de la que los silos son capaces de almacenar, y esto obliga a una producción paralela tanto de la línea de llenado como de la línea de soplado de botella.

La principal desventaja con que se encuentra este proceso es que las líneas de llenado demandan con mayor rapidez las botellas que lo que las sopladoras son capaces de producir, con esto se llega al punto en que los silos se vacían y las llenadoras se ven obligadas a detenerse y esperar a que los silos se vuelvan a llenar para poder arrancar de nuevo; este paro obligado se ha vuelto un problema ya que en la embotelladora se busca tener una producción continua que agilice la finalización de los programas diarios de producción.

#### **2.2 Producción**

Dentro de La Embotelladora se lleva a cabo un proceso de producción dividido en áreas, siendo las tres más importantes el área de soplado de botella, el área de producción de jarabes y el área de llenado de botella.

En el área de soplado se toma la materia prima y por medio una producción automatizada se convierte en botella utilizable para el llenado, dentro de esta área se encuentra también el transporte de la botella por medio de bandas transportadoras y el almacenaje de la misma en silos.

En el área de jarabes se realiza la formulación de los distintos sabores que son característicos y distintos a los de la competencia en el mercado. La conjunción de las dos áreas de producción antes mencionadas se da en el área de llenado donde se toma la botella que cumple con los requerimientos de calidad y se llena con el producto proveniente del área de jarabes.

### **2.2.1 Descripción**

La elaboración de bebidas carbonatadas conlleva un proceso amplio y que debe de ser bien controlado, ya que la deficiencia en un área de la línea de producción obliga al paro total o bien a un retraso en los tiempos de producción.

El área que en este caso nos interesa va desde el soplado de la botella PET (su elaboración, transporte y almacenaje), hasta el momento de ser requerida por las líneas de llenado de botellas para las distintas presentaciones.

El tipo de producción es continua y automatizada, trabajando por medio de programas diarios de producción, contando con supervisores para las distintas áreas del proceso.

### **2.2.1.1 Líneas**

Se tienen dos líneas de producción que llevan la responsabilidad de ser las más importantes en el proceso, estas son las líneas de soplado y de llenado de botella; estas interactúan entre ellas dependiendo la una de la otra, ya que para que el llenado sea continuo se necesita que la línea de soplado la abastezca constantemente y de igual manera para que la línea de soplado cumpla con sus metas diarias necesita tener una demanda continua de botellas.

#### **2.2.1.1.1 Soplado**

Se cuenta con cuatro máquinas sopladoras en funcionamiento, estas difieren entre ellas por el número de moldes que poseen; el número de moldes determina la cantidad de botellas que se producen en cada descarga de presión. La máquina sopladora SBO20 posee 20 moldes y se utiliza únicamente con la preforma de 25g que se utiliza para producir las botellas de 600 ml; la máquina sopladora SBO16, posee 16 moldes, se utiliza con la preforma de 23g que se utiliza para producir las botellas de 600 ml para agua pura; por último las máquinas sopladoras SBO12 y SBO8 con 12 y 8 moldes respectivamente se utilizan con preformas de 48 y 58g para producir botellas de 1.5, 2, 2.5 y 3 litros.

Cada presentación de botella utiliza distinto molde por lo que se busca evitar el cambio seguido de estos, por ello dos maquinas sopladoras trabajan con un único molde para botellas que se producen en gran cantidad, y dos máquinas (SBO12 y SBO8) tienen la necesidad de cambio de molde según el tipo de botella que se produce, por lo que se trata de producir un tipo de presentación por día para evitar los paros por cambio de molde en las máquinas sopladoras.

#### **2.2.1.1.2 Llenado**

Tres son las líneas utilizadas para el llenado de botellas PET, de igual manera que con las maquinas sopladoras una línea de producción llena las botellas de 600 ml, que es la que se produce en mayor cantidad diariamente, la siguiente línea de llenado produce únicamente agua pura en botella de 600 ml, quedando la tercera línea para el llenado de las presentaciones de 1.5, 2, 2.5 y 3 litros, por lo que se trata de producir un tipo de presentación por día, para minimizar los paros por cambio de especificaciones en las máquinas llenadoras para los distintos tipos de presentación.

#### **2.2.2 Formato de programa diario**

Los programas de producción son entregados diariamente a los supervisores de cada línea y en este se detalla la cantidad a producir y los diferentes tipos de presentación de bebidas que son requeridas; de esto dependerá:

- El tipo de preforma a utilizar

- El tipo de molde que utilizara la máquina sopladora
- La cantidad de botella a producir
- El tiempo de producción

En la tabla IX se muestra el formato de producción tanto de las líneas de soplado como las de llenado.

**Tabla IX. Programa de Producción Diario.**

LLENADO DE BOTELLA PET			SOPLADO DE BOTELLA PET			
LINEA 4	LINEA 5	LINEA 8	SBO8	SBO12	SBO16	SBO20
20 onz. Mirinda Naranja 5,680 u. 12:00 – 18:00 hrs.	2.5 litros Mirinda Naranja 12,404 u. 06:00 – 14:00 hrs.  2.5 litros Pepsi 4,846 u. 14:00 – 18:00 hrs.	20 onz. Seven Up 4,266 u. 15:00 – 18:00 hrs.	2.5 litros Transparente 27,000 u. 48 gramos 06:00 – 09:00 hrs.	2.5 litros Transparente 124,380 u. 58 gramos 06:00 – 18:00 hrs.	20 onzas Transparente 137,683 u. 25 gramos 06:00 – 14:00 hrs.	20 onzas Verde 103,152 u. 25 gramos 06:00 – 10:00 hrs.  20 onzas Transparente 169,680 u. 25 gramos 10:00 – 18:00 hrs.
	2.5 litros Pepsi 13,500 u. 21:00 – 06:00 hrs.	20 onz. Pepsi 7,000 u. 18:00 – 02:00 hrs.	2.5 litros Transparente 27,000 u. 58 gramos 21:00 – 01:00 hrs.	2.5 litros Transparente 70,080 u. 58 gramos 22:00 – 04:00 hrs.		
	<b>Producción</b>	118,942 botellas			<b>Producción</b>	658,975 botellas

**Fuente: Programa de producción día lunes 5 de febrero del 2007.**

## **2.2.3 Análisis**

### **2.2.3.1 Capacidad**

La capacidad que tienen tanto las máquinas sopladoras como las llenadoras va a definir si es posible una producción que se comporte de manera continua y sin paros imprevistos. Lo que se busca que en el momento en que las llenadoras de bebida trabajen, siempre tengan el abastecimiento de botella, pero esto solo es posible si se tiene en almacenaje cierta cantidad de botella ya que una producción paralela de botella con la línea de llenado da como resultado la incapacidad de abastecer las líneas constantemente.

#### **2.2.3.1.1 Soplado**

La capacidad de producción de las máquinas sopladoras depende directamente del número de moldes que esta contenga, ya que entre más moldes posea, más botellas es capaz de producir en una hora. Por ello la maquina que contiene ocho moldes es capaz de producir hasta 9,500 botellas por hora, de igual manera la máquina sopladora que contiene doce moldes produce en cantidad hasta 15,000 botellas por hora; la máquina sopladora con dieciséis moldes produce hasta 24,000 botellas por hora y por último la que tiene mayor capacidad es la de veinte moldes, que llega a producir hasta 36,000 botellas por hora trabajando de manera continua.

### **2.2.3.1.2 Almacenaje**

Los nueve silos poseen la misma capacidad de almacenaje, la variación se deberá a que no todos están destinados para almacenar el mismo tipo de presentación de botella. La capacidad de los silos va desde 60,000 botellas de 600 ml, 25,000 botellas de 1.5 litros, 25,000 botellas de 2 litros, 10,000 botellas de 2.5 litros y 2,000 botellas de 3 litros.

### **2.2.3.1.3 Llenado**

Las velocidades de trabajo de las líneas de llenado van a variar dependiendo de el tipo de presentación de botella que se este produciendo, por ello la botella de 600 ml se llena a una velocidad promedio de 35,000 botellas por hora, las botellas de 1.5 y 2 litros se llenan a velocidad promedio de 25,500 y 24,000 botellas por hora respectivamente; las botellas de 2.5 litros se llenan a velocidad de 18,000 botellas por hora y por último las botellas de 3 litros se llenan a velocidad de 12,000 botellas por hora.

### **2.2.3.2 Paros**

En una producción continua y automatizada se busca la manera de eliminar o bien minimizar los paros ocasionados por situaciones imprevistas o predecibles.

El hecho de que las maquinas llenadoras trabajen a velocidades mayores que las máquinas sopladoras hace necesario que exista botella en existencia almacenada en los silos, pero si la cantidad de botellas almacenadas no es suficiente obliga a que la línea de llenado realice paros imprevistos, que se solucionan hasta que los silos de almacenaje tengan botellas suficientes para que la producción pueda seguir buscando ser lo mas continua posible.



### **3. PROPUESTA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA ACTUAL**

#### **3.1 Análisis FODA**

Antes de emprender la realización de cualquier actividad, ya sea un proyecto de mejora o bien un proyecto empezando desde cero es necesario realizar una observación y una evaluación muy detallada tanto interna como externa de la organización que será afectada de manera directa o indirecta.

Una herramienta de gran utilidad para la realización de nuevos proyectos o bien para el análisis de una situación en la que se encuentra una organización es el análisis FODA, que nos servirá para examinar de manera interna y externa fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, y la interacción entre estas características, en esta caso para la producción de bebidas carbonatadas realizada por una empresa Embotelladora. En la figura 5 se muestra el análisis realizado.

Figura 5. Análisis FODA para la producción de bebidas carbonatadas.

	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<b>INTERNAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor capacidad instalada de líneas de producción.</li> <li>• Evitar paros ayudando a la continuidad en el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de ajuste de líneas.</li> <li>• Aumento de repuestos para mantenimiento.</li> </ul>
	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<b>EXTERNAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento en la demanda de bebidas carbonatadas.</li> <li>• Adquisición de nuevos clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento en la competencia.</li> <li>• Necesidad de adquirir maquinaria por no poder abastecer la demanda.</li> </ul>

Fuente: Información Embotelladora.

### 3.2 Propuesta

Una propuesta que pareciera sencilla en la realización puede conllevar ventajas importantes en todo el proceso de producción. Para que una producción en general sea eficiente se deben de conjuntar todas las distintas áreas de tal manera que la producción se produzca de manera continua.

Como se mencionó anteriormente, la prioridad de la línea de producción de botella como de la línea de llenado, es que en el momento de iniciar la producción esta se comporte de manera continua; para ello se debe de evitar que existan paros innecesarios.

Actualmente se realizan paros programados para el mantenimiento preventivo de las máquinas, dichos paros por su importancia no pueden ni deben de ser eliminados; Los paros que se buscan minimizar o bien eliminar son los paros evitables que se dan, dichos paros actualmente se producen debido a una mayor velocidad de producción de la línea de llenado respecto a la velocidad de la línea de soplado de botella, esto hace que la línea de soplado no se de a basto para abastecer a la línea de llenado, lo que incurre en la obligación de detener la producción de llenado para que la línea de soplado pueda llenar los silos de almacenaje con la botella necesaria para la producción que se este llevando a cabo.

Por ello la propuesta para la solución de dicho problema es la colocación de dos silos de almacenaje de mayor capacidad, para que junto a los ya existentes sean capaces de almacenar mayor cantidad de botella y lograr de esta manera abastecer continuamente a la línea de llenado.

Agregar dichos silos a la línea de producción conlleva a la colocación de nuevas bandas transportadoras que lleven la botella hasta ellos y de igual manera una nueva redistribución de la línea detallando el camino de los distintos tipos de botella desde la línea de soplado hasta la línea de llenado, pasando por su almacenaje temporal hasta ser requeridas.

### **3.2.1 Necesidad del proyecto**

Si se logra eliminar los paros innecesarios o evitables se logrará de igual manera un aumento en la eficiencia de producción, esto debido a que los volúmenes de producto terminado serán mayores y la calidad no debiera ser afectada por el aumento de producción. Al no ser de esta manera se pierden tiempos importantes de producción no recuperables que limitan en cantidad el poder concluir con la producción diaria a tiempo o bien existiría la posibilidad de aumentar la producción diaria y así cumplir a cabalidad con los pedidos o bien realizar pedidos mas voluminosos.

Es proyecto se vuelve necesario en el momento de trabajar con programas de producción diarios, esto debido a que las metas a cumplir varían día con día ya que la demanda de los productos es muy alta, por lo que los tiempos de producción deben minimizarse la mayor cantidad posible.

Si se logra el objetivo principal que es una producción continua, toda la embotelladora se verá beneficiada, pero también obligará a las restantes líneas de producción a ser eficientes y ayudar a que la producción total sea continua desde la fabricación de la botella hasta el almacenaje del producto terminado.

Las tres áreas que se verán beneficiadas directamente con la puesta en marcha del proyecto son el área de soplado, área de almacenaje y área de llenado.

#### **3.2.1.1 Área de soplado**

Como bien se sabe la importancia del área de soplado se sustenta en ser el lugar donde arranca el proceso completo, se podría decir de alguna manera que es donde se produce la materia prima para el llenado de la botella, que es el producto terminado en una planta embotelladora.

La producción de la botella PET es eficiente y logra cumplir con los programas diarios, pero tiene el inconveniente de no poseer la capacidad para producir en paralelo con la línea de llenado, por lo que se debe de producir botella y almacenarla en los distintos silos, esto marcha bien pero se encuentra con el inconveniente de que la capacidad que puede almacenar no es suficiente y debe parar de producir hasta que las líneas llenadoras comiencen a trabajar. Por tal motivo se buscara que la capacidad de almacenaje sea mayor y con esto se puede planificar la producción de botella para que sea suficiente según lo que se utilizara en la línea de llenado.

Esto se puede llevar a cabo ya que los programas de producción entregados en las áreas de soplado y llenado es el mismo por lo que se puede saber con exactitud cuantas botellas serán utilizadas y que tipo de presentación, con esto se puede organizar de manera que se logre llenar los silos con el tipo de botella que tiene mayor demanda y además soplar botella en paralelo con el llenado de la misma.

Al contar con mayor capacidad de almacenaje la cantidad de botella que se podría tener en existencia sería suficiente para poder producir en paralelo junto con la línea de llenado sin que llegase el momento de encontrarse sin botella para el llenado, y con esto evitar los paros en la producción.

#### **3.2.1.2 Área de almacenaje**

Si se aumenta la capacidad de los silos de almacenaje o bien se aumenta la cantidad de silos, se puede programar de mejor manera la producción ya que aunque la línea de llenado no este trabajando existirá mayor cantidad de almacenaje que permitiría producir botella para tenerla en existencia hasta el momento que ser utilizada, ya que la botella no sufre deterioro al estar en almacenaje, aunque por la gran cantidad de demanda de producto el tiempo de almacenaje se reduce a días.

Dicho lo anterior, es evidente que la cantidad de botella que se puede almacenar no es suficiente y se vuelve necesario el contar con mayor capacidad para almacenar la presentación de botella que se demanda en mayor cantidad.

Con la implantación de los nuevos elementos de almacenaje se lograría aumentar en un treinta por ciento la capacidad actual que la planta posee para el almacenaje de botella PET vacía, siendo lo necesario para lograr una producción sin paros por falta de botella.

### **3.2.1.3 Área de llenado**

A pesar de que el problema principal es el almacenaje, este se comporta con un efecto de cadena llegando a afectar directamente a las líneas de llenado, que se ven obligadas a realizar paros al encontrarse con la falta de botella para llenar.

Al solucionar el problema principal, que se logra con la inclusión de los nuevos silos de almacenaje de mayor capacidad, y contando con los que existen actualmente dentro de la embotelladora, las llenadoras podrían trabajar sin problemas continuamente y de esta manera cumplir con las metas diarias requeridas sin ningún atraso, o bien aumentar la cantidad de botella capaz de producir en cierto tiempo.

### **3.2.2 Descripción**

Habiendo identificado el problema y las áreas afectadas se procede a describir detalladamente la propuesta de solución a dicho problema.

### **3.2.2.1 Proyecto a implementar**

El proyecto básicamente consistirá en incluir dos nuevos silos con mayor capacidad y colocarlos en un espacio no utilizado. Dichos silos se utilizarán para almacenar botella de 600 ml que es la que mayor demanda de producción posee; dejando así mayor cantidad de almacenaje para los restantes tipos de presentación de botella. La inclusión de dichos silos conlleva a la colocación de nuevas bandas transportadoras que logren transportar la botella desde la línea de soplado hasta los nuevos silos por lo que se debe de readecuar la distribución de la botella hacia los silos actuales, así como el transporte de la botella almacenada en los silos hacia las diferentes líneas de soplado.

Tanto en el área de soplado de botella como en la forma de almacenaje habrán cambios, no en el tipo de producción si no que en la búsqueda de una adecuada distribución de la botella.

#### **3.2.2.1.1 Área de soplado**

Las máquinas sopladoras seguirán funcionando de igual manera, el tipo de presentación que producen actualmente cada una de ellas se comportará de la misma manera ya que la botella de 600 ml sigue siendo la que más se produce, por ello se utiliza para su realización la máquina sopladora con mayor número de moldes para producir mayor cantidad de botella por hora. Lo que variará será la distribución de botellas para llenado hacia los distintos silos de almacenaje.

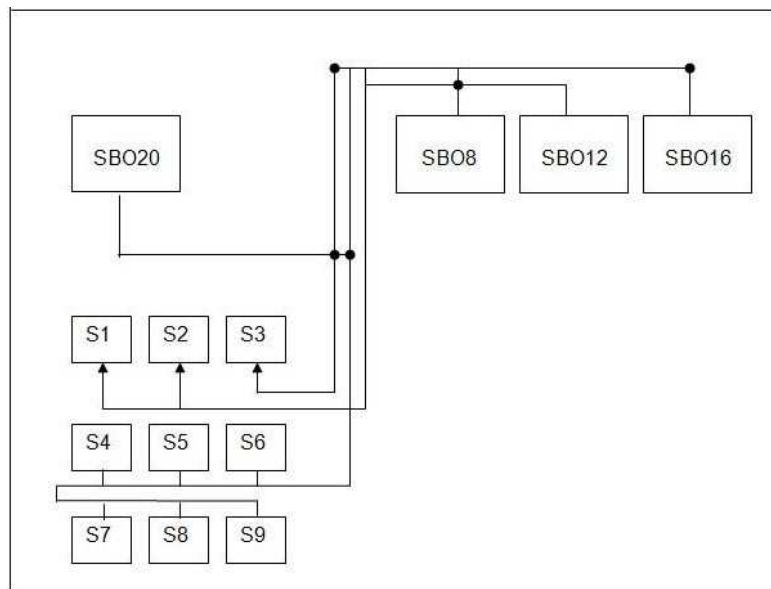


### 3.2.2.1.2 Transporte de la botella

Existe una variación en la forma actual del paso de la botella desde su salida de la máquina sopladora hasta llegar a la máquina llenadora, pasando por su almacenaje, con la inclusión de los nuevos silos de almacenaje.

En la figura 6 se muestra un esquema de la forma actual del paso de la botella hacia los nueve silos de almacenaje existentes, siendo SBO las máquinas sopladoras y S1 al S9 los silos de almacenaje actuales.

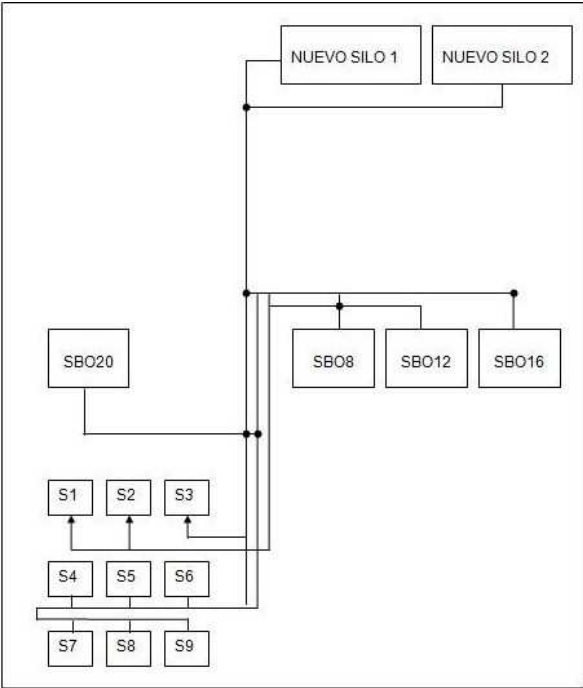
**Figura 6. Esquema distribución actual botella plástica**



**Fuente: Distribución actual de la planta Embotelladora.**

Con la inclusión de los nuevos silos se verá que estos dos nuevos elementos servirán para el almacenaje de la botella de 600 ml exclusivamente, mientras que los nueve silos existentes se readecuará su uso para las distintas presentaciones de botella restantes que se producen en la actualidad, esta readecuación se puede observar en la figura 7.

**Figura 7. Esquema de la nueva distribución de botella plástica**



**Fuente: Distribución actual de la planta Embotelladora.**

### **3.2.2.1.3 Área de almacenaje**

Con mayor capacidad de almacenaje se logrará abastecer las líneas de llenado de botella, teniendo cantidad suficiente de botella almacenada que evite el paro en la producción. Es evidente el aumento en la capacidad de almacenaje, lo que hace pensar que aunque los pedidos de producción aumenten, la capacidad de botella en existencia hará que se logre cumplir con la producción diaria requerida, actualmente se logra esto pero con el inconveniente de tener paros en las líneas de producción que provocan atrasos.

Actualmente se utilizan seis silos para almacenar botella de 600 ml, en total se logra almacenar hasta 360,000 botellas; los nuevos silos serán exclusivamente para el uso de esta presentación y la cantidad máxima de almacenaje será casi la misma, dejando así libres los silos que utilizaba y de esta manera aumentar la cantidad de almacenaje de las presentaciones de botella restantes. La capacidad actual de almacenaje de botella de 600 ml Aqua es de 40,000 botellas, la cual aumentara hasta un máximo de 120,000 botellas; de igual manera para las botellas de 1.5 y 2, litros que poseen una capacidad de almacenaje de 50,000 botellas, aumentara a un máximo de 150,000 botellas. Las botellas de 2.5 y 3 litros se pueden almacenar en un máximo de 20,000 y 4,000 botellas respectivamente y esta capacidad aumentara a 60,000 y 12,000 botellas; dejando así en evidencia el aumento de botellas que se podrán almacenar ayudando a que la línea de llenado de botella trabaje de forma continua.

### **3.2.2.2 Elementos que se agregaran**

Los principales elementos que se agregaran son los dos silos de almacenaje y las nuevas bandas transportadoras en los lugares donde no existen que servirán para llevar las botellas al salir del área de soplado hacia los nuevos silos y además la botella desde los silos hacia las líneas de llenado cuando sean requeridas.

#### **3.2.2.2.1 Bandas transportadoras**

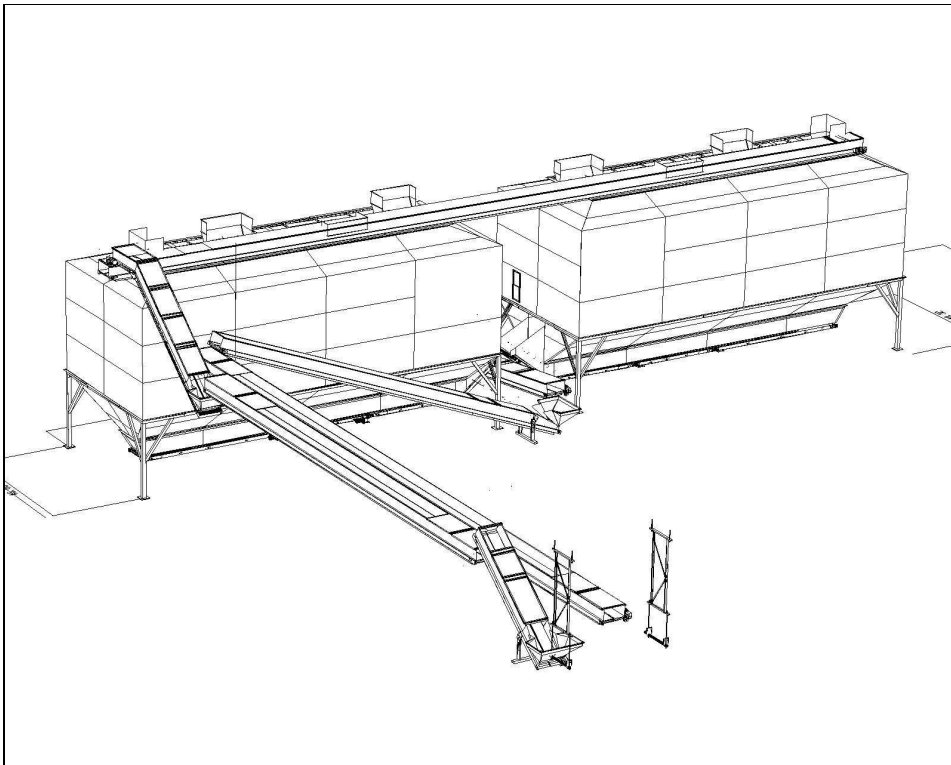
Las bandas transportadoras que se incluirán serán de material plástico PVC, y las bandas que elevaran la botella desde la salida de la máquina sopladora hacia la altura máxima, poseerá cangilones o empujadores del mismo material que ayudaran a que la botella no resbale que con estas separaciones no se presionen unas con otras deformándolas.

#### **3.2.2.2.2 Silos de almacenaje**

Se instalarán dos silos de 9.7 toneladas cada uno, marca INTERBEB con capacidad para almacenar hasta 160,000 botellas de 600 ml cada uno. Dichos silos se sujetan al suelo por cuatro bases colocadas en las esquinas que van ancladas por medio de cuatro pernos.

En la figura 8 se puede observar una ilustración de los nuevos silos que se agregaran y sus partes principales.

**Figura 8. Ilustración de los silos agregados.**



**Fuente: TEC (México) Empresa encargada del Proyecto**

### **3.2.3 Ventajas**

Si se analiza desde el punto de vista de producción, se perciben grandes ventajas si se logra con el objetivo principal, que es la reducción de paros por falta de botella, la principal ventaja es que se podrá contar con una producción continua y más eficiente, ya que al contar con botella para el llenado ambas líneas podrán trabajar continuamente y el volumen de producción será mayor.

Una vez instalados los nuevos elementos de la línea se podrá observar que los paros serán reducidos considerablemente, esto debido a que todas las presentaciones de botella tendrán mayor capacidad para ser almacenadas y así le lograra evitar el problema de tener que darle prioridad a las botellas con mayor producción para su almacenaje.

Es de gran ventaja para La Embotelladora el que su proveedor directo de botella PET se encuentre dentro de sus mismas instalaciones, ya que se puede contar con la materia prima de manera inmediata y se puede manejar de mejor manera la planificación de la producción. Por ello para la embotelladora es vital que el soplado de botella sea eficiente y que logre de alguna manera trabajar en paralelo con sus propias líneas de llenado, al conjugarse eficientemente ambas líneas se logra el objetivo principal de la producción de botellas que es producir la cantidad necesaria de producto para satisfacer las necesidades del mercado, necesidades que en la actualidad son voluminosas.

## **4. IMPLANTACIÓN Y MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE SOPLADO**

### **4.1 Tabla de Actividades**

Para la elaboración de un proyecto de cualquier naturaleza, es necesario realizar una programación correcta, para evaluar que actividades son de mayor prioridad y además conocer si se pueden realizar actividades en paralelo para que el tiempo de ejecución se reduzca o bien si cierta actividad es predecesora de otra. Para ello se debe primeramente definir los pasos a realizar y luego estimar el tiempo de duración de cada una de las actividades para así conocer el tiempo estimado para la finalización del proyecto en cuestión.

La empresa que realizará la instalación, después de conocer a detalle los cambios que se realizaran en la planta, presentaron una tabla de actividades con tiempos estimados para la realización de las actividades de instalación. En la tabla X se puede observar a detalle las actividades a realizar y su duración aproximada en días.

**Tabla X. Tabla de actividades del proyecto a implementar**

<b>No.</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DURACION</b>
<b>1</b>	Toma de medidas y cuantificación de material	15 días
<b>2</b>	Limpieza del área de trabajo	1 día
	<b>SILOS DE ALMACENAJE</b>	
<b>3</b>	Colocación de las bases y pernos de anclaje	3 días
<b>4</b>	Colocación de la estructura o esqueleto	5 días
<b>5</b>	Colocación de las planchas de los silos	10 días
	<b>BANDAS TRANSPORTADORAS</b>	
<b>6</b>	Colocación de las guías y retenedores	15 días
<b>7</b>	Colocación de las bandas transportadoras	5 días
<b>8</b>	Unión de la línea existente con la nueva	2 días
	<b>LÍNEA DE PRODUCCIÓN</b>	
<b>10</b>	Pruebas de funcionamiento	2 días
<b>11</b>	Pruebas de puntos críticos	2 días

**Fuente: TEC (México) Empresa encargada del Proyecto**



Ya conocido el tiempo estimado para la elaboración del proyecto se debe de planificar de tal manera que no afecte las actividades de producción que se realiza dentro de la embotelladora; aunque sabemos que es imposible que no se afecte en nada la producción actual, se debe de buscar la manera de organizar bien el tiempo para realizar ensambles o bien pruebas en los tiempos muertos de las maquinas o bien en los tiempos en el que se realizan mantenimientos preventivos, para evitar el paro de la línea para realizar pruebas y ajustes cuando sea evitable.

#### **4.2 Aspectos de seguridad**

Un accidente durante el tiempo de la realización de las actividades del proyecto puede incurrir en costos para ambas empresas, por lo que se busca evitar en un cien por ciento cualquier tipo de riesgo para los trabajadores o bien para los visitantes dentro del área de producción.

La seguridad en todo tipo de actividad industrial es importante tanto para los trabajadores como para las empresas, si bien no existe un alto riesgo de accidente, la empresa se debe de comportar de manera precavida para evitar imprevistos de esta índole.

Se debe dar importancia a aspectos de seguridad que se han de cumplir para la realización del proyecto, los cuales deben de estar aplicados tanto para el personal operario de la planta, como para los trabajadores que realizaran la instalación.

Por tal motivo se deben de cumplir ciertas normas o lineamientos para evitar accidentes que puedan ocasionar pérdidas materiales o en el peor de los casos pérdidas humanas.

Los lineamientos a seguir son los siguientes:

- Tanto operarios, instaladores y supervisores de línea, deberán de estar informados de las actividades a realizar.
- Los trabajadores de la empresa instaladora deberán utilizar un chaleco color naranja, proporcionado por la empresa, para poder ser distinguidos a distancia.
- Se colocaran avisos de precaución en el área donde se este trabajando.
- Se dejaran libres en todo momento las áreas marcadas para el paso de montacargas y paso peatonal.
- Se le proporcionara un radio comunicador al supervisor de los trabajos de instalación para tener contacto con los supervisores de línea de producción, en caso de un imprevisto.
- Tanto operarios como trabajadores de la empresa instaladora deberán de usar en todo momento casco protector, guantes especiales y zapatos adecuados para permanecer dentro de la planta.
- Se prohibirá el uso de audífonos o teléfonos celulares a la gente encargada de la instalación.
- Tanto operarios de planta como instaladores deberán de cumplir con las normas y señalamientos ya marcadas en la Empresa Embotelladora La Mariposa.

- Después de finalizada la jornada diaria, se deberá de dejar limpia el área de trabajo.

Para evitar accidentes o daños, se deberán de cumplir estos lineamientos. Se entregara una copia de los aspectos de seguridad y de la tabla de actividades a los supervisores y a los encargados de línea para que estos le comuniquen a los demás operarios.

Cualquier operario que no cumpliera uno de los incisos anteriores, recibirá una llamada de atención y si incidiera en realizarlo se le retirara del área de trabajo. Estos aspectos de seguridad fueron aprobados tanto por la Embotelladora La Mariposa como por la empresa que presta el servicio de instalación.

### **4.3 Instalación**

Una vez detallados los aspectos de seguridad que conllevan la instalación de nuevos elementos de maquinaria dentro de la planta, se procede a la instalación de dichos elementos. Se debe de buscar la manera de que las actividades a realizar el tiempo de instalación no intervengan con la producción diaria, ya que es imposible detener las líneas de producción durante este periodo de tiempo. Por ello los trabajadores que instalaran los nuevos elementos deben de estar en constante comunicación con los supervisores de línea para coordinar los paros necesarios en la línea para la realización de pruebas y trabajos que por seguridad requieran que las bandas no se encuentren en movimiento.

#### **4.3.1 Procedimiento**

El procedimiento para la colocación de los distintos elementos a incluir en la línea de producción se basará en la tabla de actividades que se mencionó anteriormente, esto debido a la importancia que existe en el orden de la realización para que la instalación sea rápida y eficiente.

Primeramente, se procederá a realizar todas las actividades de instalación de los silos de almacenaje, esto por motivo de espacio ya que el área donde se instalaran los silos no interviene directamente con la producción actual, por lo que se puede estar produciendo de manera normal y paralelamente realizando la instalación de los silos. Por tal motivo, se podrá asegurar de mejor manera

Una vez instalados los nuevos silos se procederá a la colocación de las bandas transportadoras, las cuales serán ensambladas primeramente y luego se unirán con las existentes, dependiendo del sector a trabajar.

La instalación de las bandas transportadoras difiere de la instalación de los silos de almacenaje, ya que estas deben de coordinarse y adherirse a las bandas ya existentes que se utilizan diariamente para la producción, siendo esta parte de la instalación la que deberá de cumplirse en el tiempo estipulado para que intervenga lo menos posible con los programas de producción.

Las líneas de soplado deberán de detenerse constantemente para la instalación de ciertas partes de las bandas transportadoras por motivos de seguridad de los trabajadores, por ello la importancia que exista una comunicación entre todos los trabajadores para que estén al tanto del proyecto que se realiza.

La administración estará consiente de los inconvenientes que la instalación conllevara, por lo que se debe de buscar la manera de finalizar lo mas antes posible con lo que refiere a la instalación, sin descuidar por otra parte la calidad en el ensamblado de las piezas mecánicas para evitar deterioros por una mala instalación.

Por lo antes mencionado, se iniciará con la instalación de los silos de almacenaje primeramente y una vez terminado y comprobado que la instalación es correcta se procederá a la instalación de las bandas transportadoras, para después realizar el procedimiento de pruebas de funcionamiento y calibración en las velocidades de las bandas.

#### **4.3.1.1 Silos de almacenaje**

Para la instalación de los silos de almacenaje se requiere de doce trabajadores y la duración de la instalación deberá ser de no más de una semana por silo. Las personas que instalaran serán subcontratadas por la empresa encargada del proyecto y no se utilizaran empleados de la embotelladora, esto para no interrumpir las actividades de producción y no sobrecargar a otros empleados para cubrir con las actividades de otro.

Ya que la empresa que instalara los silos se dedica de hace muchos años a este tipo de proyectos, han definido los pasos en orden de realización para la instalación de dichos silos. Estas actividades se realizaran de igual manera para cada uno de los dos silos a colocar en el área especificada.

La instalación de un silo consiste básicamente en los siguientes pasos:

- Limpiar el área donde serán instalados los silos
- Medir y marcar el lugar de colocación de las cuatro bases de soporte
- Colocar las bases en los cuatro extremos. Se colocan cuatro pernos de anclaje por cada base instalada.
- Se coloca la armazón o estructura del silo
- Se colocan las planchas metálicas, que formaran las paredes de los silos, aseguradas por tornillos con tuerca de 2 pulgadas de largo, iniciando por la parte superior hasta que quede completamente cerrado.

Luego de finalizada la instalación de los nuevos silos, se deben de realizar pruebas de funcionamiento de llenado junto con las bandas transportadoras.

#### **4.3.1.2 Bandas transportadoras**

Las bandas transportadoras, a diferencia de los silos de almacenaje conllevan a una instalación de un tipo diferente, ya que estas deberán de unirse con las bandas ya existentes que fueron fabricadas por un proveedor distinto, esto ya se había previsto por lo que los nuevos elementos fueron fabricados a la medida para encajar de buena manera con los antiguos. Por ello la exactitud y el orden en la instalación de las bandas deben ser mayores a comparación de los silos, esto sin restarle importancia a la instalación de los silos nuevos.

Primero se colocan las guías o retenes de las bandas que van a la misma altura de las bandas existentes, luego realizado esto se procede a unir las piezas de las bandas que ya se encuentran previamente ensambladas por el proveedor, habiendo así solo necesidad de unir las con tornillos montándolas sobre las guías.

Al instalar las bandas se debe de graduar el motor para que trabajen a la misma velocidad de las bandas existentes para que el flujo de botella sea continuo antes de realizar las pruebas de operación.

Durante las pruebas de operación de la banda se debe supervisar su correcto funcionamiento. No deben existir objetos extraños haciendo contacto con el sistema de transmisión, ni objetos entre la banda, los tambores y rodillos. Se debe de evitar que el equipo funcione con residuos atascados entre la banda y los contenedores laterales.

También se debe supervisar que durante la operación no se encuentren sobre la banda residuos pesados, que hagan que esta entre en contacto permanente con las láminas de deslizamiento.

#### **4.4 Planos**

Se muestran planos para una mejor visualización de las áreas que actúan en la producción y además la colocación de los nuevos componentes que se agregaran. Dichos planos muestran el área total de la embotelladora para visualizar de mejor manera la localización de las distintas áreas en que se divide la producción y así tener una mejor perspectiva del proyecto.

##### **4.4.1 Área de sopladoras**

El área de sopladoras consiste en cuatro maquinas que producen botellas PET utilizando la preforma según el tipo de presentación y color de la bebida que se produce.

El área de sopladoras se encuentra colocada dentro de la embotelladora en un lugar específico para que el transporte de estas hasta los silo de almacenaje sea el menor posible, de igual manera para el transporte hacia las líneas de llenado.



En el apéndice No. I se observa el área destinada para las líneas de soplado, se muestran las cuatro máquinas sopladoras y la distribución de la botella hacia los silos de almacenaje.

#### **4.4.2 Área de silos**

La ubicación actual de los silos será distante a la de los nuevos silos colocados, estos debido a la falta de espacio dentro de las instalaciones, ya que lo ideal hubiera sido colocarlos junto a los que se utilizan actualmente, pero para que esto fuera posible se hubiera tenido que redistribuir toda la planta y no solo una área de producción, lo cual en costos se incrementaría a comparación de colocarlos en otro lugar tomando en cuenta el costo de incluir nuevas bandas transportadoras.

En el apéndice No. II se observa la colocación de los silos de almacenaje, tanto los existentes como los que fueron agregados.

#### **4.4.3 Área de llenadoras**

El área de llenado de botella se encuentra junto al área de soplado de preforma PET, esto buscando que la producción sea continua y el transporte de la botella desde los silos hacia las líneas llenadoras sea el menor posible para que el tiempo de producción por botella se reduzca.

Si bien la línea de soplado pertenece al proveedor de botella y no a la embotelladora, es importante que estas interactúen buscando un bien común, que es la producción continua sin paros innecesarios.

En el apéndice No. III se observa el área destinada para las líneas de llenado de los distintos tipos de presentación de botella PET.

## **5. SEGUIMIENTO**

### **5.1 Funcionamiento de la nueva distribución**

Después de instalados los nuevos elementos, se procedió a la realización de las pruebas de funcionamiento; dichas pruebas fueron realizadas con un total paro en las líneas, tanto de soplado como de llenado de botella, esto con previo aviso a los operarios y supervisores de línea.

Al ejecutar las pruebas, y realizar pequeños ajustes en velocidad de las bandas, se observa un funcionamiento al cien por ciento tanto de las bandas transportadoras como del almacenaje de botella en los nuevos silos instalados. Sabiendo ya que el funcionamiento de los nuevos elementos es el adecuado y correcto, se procede a enviar un informe de aprobación para que la nueva distribución de la línea sea ya utilizable y tomada en cuenta para los programas diarios de producción.

#### **5.1.1 Puntos críticos**

Después de observado el funcionamiento de la línea y el transporte de la botella plástica hacia los silos de almacenaje, tanto nuevos como existentes, y luego su transporte hacia las líneas de llenado, se determinaron dos puntos críticos a tomar en cuenta que deberán de ser observados por un periodo de tiempo para asegurarse de su buen funcionamiento. Dichos puntos críticos son:

- La botella no deberá de atascarse en las uniones de las nuevas bandas con las existentes, esto se podría dar debido un fallo en el ajuste de las bandas o en la unión de ambas en la instalación, esto debido a que ambas bandas transportadoras (las existentes y las agregadas) no pertenecen al mismo proveedor.
- La cantidad de botellas almacenadas en los silos deberá de aumentarse gradualmente observando si la botella que queda en la parte inferior no es dañada por el peso de las demás botellas, por ello no se deberá de utilizar el cien por ciento de la capacidad del silo, sino que dejar libre un cinco por ciento en la parte superior.

Dichos puntos críticos han sido observados en un periodo de dos semanas sin fallo alguno, su funcionamiento ha sido como el esperado pero deberá de seguir en observación por un periodo de un mes, para evitar así danos en las botellas PET.

### **5.1.2 Mantenimiento Preventivo**

El departamento de Mantenimiento juega un papel importante para alcanzar el cumplimiento de metas en cualquier industria, ya que debe de definir una serie de actividades que deben realizarse, con el fin de conservar en óptimas condiciones la maquinaria utilizada en la línea de producción.

El mantenimiento preventivo no es más que el conocimiento sistemático del estado de la maquinaria y equipo para la planeación y programación de las actividades que eliminarán las averías que provocan paros imprevistos, considerando que los paros necesarios para esta acción tengan la menor influencia posible sobre la producción; por ello se trata de realizar dichos mantenimientos en momentos en que las líneas de producción están detenidas o bien cuando existe un cambio de presentación de botella en la producción, se aprovecha este tiempo para revisar los elementos de las máquinas que se utilizan.

El mantenimiento, tal como lubricación, ajustes y cambios de piezas en cualquiera de las máquinas debe ser realizado en lo posible por personal calificado y entrenado.

Entre las ventajas que pueden darse sobre la realización de un mantenimiento preventivo están las siguientes:

- Mayor grado de confiabilidad
- Prolongación de la vida real
- Disminución del tiempo muerto
- Costos de reparación menores

En este caso damos importancia a los elementos y maquinaria que actúan directamente con la producción de soplado de botella, siendo estos:

- Bandas Transportadoras

- Silos de almacenaje
- Secadores
- Torres de enfriamiento
- Sopladoras

### **5.1.2.1 Bandas transportadoras**

Se puede decir que el mantenimiento de las bandas transportadoras comprende a la lubricación, la alineación y tensión de la banda y a la alineación y tensión de la correa de transmisión de potencia. Los rodamientos de las partes móviles de la banda no requieren lubricación, ya que estos vienen sellados y prelubricados.

En cuanto a la alineación y tensión de la banda, esta se alinea aflojando el tambor de retorno y ajustando la banda entre este y el tambor motriz. Antes de proceder a alinear la banda se debe seguir los siguientes pasos:

- Asegurarse de que el transportador esté nivelado tanto a lo largo como a lo ancho.
- Asegurarse de que la banda haya sido colocada adecuadamente en el transportador.
- Revisar que el transportador sea cargado correctamente. La alimentación debe hacerse en el centro de la banda y en dirección al flujo de la banda.

Alineada la banda se precede al tensado de la misma ajustando los tornillos de tensado y asegurándose de que el avance en cada uno sea igual.

Por otra parte, la correa motriz y las poleas deben ser revisadas periódicamente para que estén correctamente tensas y alineadas. Ajustes impropios causarían un desgaste excesivo en los componentes del sistema de transmisión. Los pasos a seguir para realizar este ajuste son los siguientes:

- Remover la guarda de las poleas
- Revisar la alineación de las poleas colocando un nivelador sobre sus caras. Soltar los tornillos que aprietan las lengüetas y ajustar las poleas con la medida necesaria.

Una vez ajustadas, apretar los tornillos nuevamente. Para ajustar la tensión de la correa, se deben seguir los siguientes pasos:

- Aflojar los tornillos que sujetan al moto reductor contra su base
- Apretar los tornillos tensores hasta que se consiga la tensión de la correa deseada
- Apretar los tornillos nuevamente
- Colocar nuevamente la guarda de las poleas de manera que no interfiera con la unidad motriz.

Según el proveedor, se deben realizar verificaciones de manera semanal, mensual y trimestral para garantizar el correcto funcionamiento de las partes de las bandas transportadoras.

Semanalmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Revisar la temperatura del moto reductor
- Revisar la unión de la banda

Mensualmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Revisar el ruido en el moto reductor
- Revisar los tornillos de montaje del moto reductor
- Revisar la tensión de la correa y las poleas
- Revisar el desgaste de la correa y las poleas
- Revisar la alineación del eje de la polea
- Revisar la alineación de la banda
- Revisar la tensión de la banda
- Revisar el ruido de los tambores y rodillos
- Revisión general de la estructura (tornillos sueltos etc.)

Trimestralmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Revisar el nivel de aceite del moto-reductor
- Revisar los tornillos de los tambores y rodillos



En el apéndice IV se puede observar una lista de chequeo para el mantenimiento preventivo de las bandas transportadoras.

#### **5.1.2.2 Silos de almacenaje**

Los silos de almacenaje son elementos casi libres de mantenimiento, el proveedor sugiere chequeos semanales de su funcionamiento general, tales como:

- Chequeo de los pernos de anclaje en los cuatro extremos
- Chequeo del funcionamiento de las bandas transportadoras
- Chequeo de la tolva de entrada de botella
- Chequear que no exista obstrucción de botella en la salida

En el apéndice V se puede observar una lista de chequeo para el mantenimiento preventivo de los silos de almacenaje.

#### **5.1.2.3 Secadores**

El proveedor indica los chequeos que deben realizarse de manera semanal y anual, con esto garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria.

Semanalmente se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Asegurarse que el secador purgue cuando se descarga el compresor
- Drenar el tanque de purga

- Revisar si hay humedad del sistema, abriendo el grifo de vaciado lentamente.

Anualmente, se debe de remplazar el cartucho desecante.

En el apéndice VI se puede observar una lista de chequeo para el mantenimiento preventivo de los secadores.

#### **5.1.2.4 Torres de enfriamiento**

El proveedor indica chequeos que deben realizarse de manera semanal, quincenal, mensual, semestral y anual, con esto garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria.

Semanalmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Revisión del estado del ventilador
- Revisión del estado de las correas
- Revisión del estado de las válvulas de flotador
- Revisión del estado del separador de gotas
- Estado general como corrosiones, vibraciones, tensado de correas.

Quincenalmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Medida de temperatura del agua en el evaporador en la entrada y en la salida
- Medida de temperatura del agua en el condensador en la entrada y la salida
- Medida de temperatura del agua en el recuperador
- Medida pérdida de presión en condensador
- Medida pérdida de presión en evaporador
- Medida pérdida de presión en recuperador
- Medida de temperatura y presión en aspiración
- Medida de temperatura y presión en condensador de descarga
- Comprobación del nivel y presión de aceite
- Comprobación de humedad
- Contabilidad de horas de funcionamiento
- Medidas de consumo eléctrico a distintas cargas

Mensualmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Comprobación de estado del aceite y cambio si proceda
- Comprobación de carga de refrigerante y reposición si procede
- Verificación y ajuste de interruptores de flujo
- Engrase de los mecanismos neumáticos o eléctricos de regulación
- Contraste y ajuste de presostatos y termostatos de mando
- Contraste y ajuste de presostatos y termostatos de seguridad
- Verificación del control de capacidad de los compresores
- Análisis de control de funcionamiento
- Verificación del equipo de purga de incondensables

- Verificación del sistema automático de limpieza de condensadores
- Engrase de cojinetes de motores y ventiladores
- Verificación y alineación del motor ventilador
- Verificación del estado y tensado de correas
- Contraste y ajuste de termostatos escalonados
- Contraste y ajuste de funcionamiento de potencia
- Contraste y ajuste de programadores
- Contraste y ajuste de termómetros y manómetros

Semestralmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Drenaje y limpieza del circuito de condensación
- Limpieza de las balsas
- Revisión general de motores
- Medición y verificación de caudales, presión y rpm de las unidades de ventilación
- Comprobación de alineación y ausencia de holguras en las unidades de ventilación
- Limpieza general de las unidades de ventilación
- Revisión general de carcasas, tapas de cierre, aislamiento y demás elementos de la carga de ventilación
- Comprobación del estado del separador de gotas
- Inspección de aislamiento

Anualmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Limpieza de depósitos de purga
- Contraste y ajuste de termómetros y manómetros
- Contraste y ajuste de válvulas automáticas de grupos frigoríficos
- Contraste y ajuste de válvulas de seguridad
- Limpieza de condensadores
- Inspección y recambio de filtro de los grupos y su recambio
- Verificación y ajuste de la purga continua
- Comprobación del estado de pulverizadores, separadores de gotas y relleno de torres
- Drenaje y limpieza de circuito de la torre
- Limpieza de evaporadores

En el apéndice VII se puede observar una lista de chequeo para el mantenimiento preventivo de las torres de enfriamiento.

#### **5.1.2.5 Sopladoras**

El proveedor indica chequeos que deben realizarse de manera diaria, semanal, mensual y semestral, para con esto garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria.

Diariamente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Verificar las presiones de trabajo
- Asegurarse del funcionamiento de la tolva.
- Verificar las temperaturas de trabajo

Semanalmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Verificar el funcionamiento de los paros de emergencia
- Revisar válvulas empaques de la maquina
- Controlar las tensiones de las fajas y correas

Mensualmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Desmontar los moldes para limpieza general
- Lubricar adecuadamente los elementos mecánicos de la maquina

Semestralmente, se deben de realizar los siguientes chequeos:

- Desmontar fajas y realizar su cambio si fuese necesario
- Realizar una lubricación de toda la maquina desmontando piezas mecánicas
- Realizar ajuste de moldes
- Ajustar válvulas y mecanismos de la tolva

En el apéndice VIII se puede observar una lista de chequeo para el mantenimiento preventivo de las sopladoras.

## **5.2 Beneficios obtenidos**

Con la implantación del proyecto se obtuvieron los siguientes beneficios:

- Se logró aumentar la capacidad de almacenamiento de botella PET dentro de las instalaciones de la planta.
- Se logró dar continuidad al proceso, evitando los paros en la producción ocasionados por la falta de botella para el llenado.
- Se logró mejorar la línea de producción sin necesidad de agregar personal operativo.
- Embotelladora La Mariposa logra tener un proveedor de suministro de botella de respuesta inmediata.
- El transporte de botella es mas eficaz.

## **5.3 Análisis de los resultados**

El beneficio obtenido se da para el llenado de botellas en presentaciones de 1.5, 2, 2.5 y 3 litros, ya que se logra una mayor capacidad de almacenaje y así se evitan los paros en las líneas de llenado por falta de botella.

Anteriormente se obtenían aproximadamente 2 paros por turno debido a la falta de botella almacenada. Estos paros tenían una duración promedio de 45 minutos (0.75 horas).

De esta manera obtenemos la cantidad en horas de los paros por turno.

$$3 \text{ paros} * 0.75 \text{ horas} = 1.5 \text{ horas de paros / turno}$$

El llenado de estas presentaciones de botella se da a un promedio de 19,875 botellas / hora. Con estos datos podemos calcular el número de botellas que se dejan de llenar en este tiempo muerto.

$$19,875 \text{ botellas / hora} * 1.5 \text{ horas} = 29,812.5 \text{ botellas}$$

Utilizando en promedio un costo por botella de Q10.00, podremos calcular el costo de oportunidad.

$$CO = 29,812.5 \text{ botellas} * Q10.00 = Q 298,125.00 / \text{ día}$$

Con este cálculo se puede observar el costo de oportunidad que se esta dejando de percibir por causa de los paros de producción, que se evita en un 100% con la inclusión de los nuevos silos.



## CONCLUSIONES

1. Se logró reducir en un cien por ciento los paros en la producción de llenado de botella PET, ocasionados por la falta de abastecimiento de botella plástica. Al contar con mayor capacidad de almacenaje, se logra que tanto las líneas de soplado de botella como las líneas de llenado trabajen en paralelo, contando con existencia suficiente de botella para el llenado.
2. Con la colocación de los dos nuevos silos de almacenaje de botella PET y de las nuevas bandas transportadoras agregadas al proceso, se logró obtener una continuidad en el proceso, gracias a la posibilidad de almacenar en mayor cantidad los diferentes tipos de presentación de botella. Con esto, en el momento de ser demandadas por las líneas de llenado, se puede abastecer la cantidad necesaria, tomando en cuenta que la velocidad de llenado de botella es mayor a la velocidad de soplado, por lo que no era posible que ambas líneas trabajaran en paralelo.
3. Al haber eliminado los paros en la producción por falta de botella, se logra trabajar de manera continua, por lo que fue posible cumplir a cabalidad con los programas diarios de producción, tanto para el soplado de botella, como para el llenado de botella PET.
4. La Embotelladora se beneficia al tener dentro de sus instalaciones a su proveedor de botella plástica, formando parte directamente de su línea de

producción; con esto evita que la materia prima, al ser transportada sea dañada o bien no sea entregada a tiempo.

Al tener mayor capacidad instalada, se logra proveer de manera más eficiente la botella PET, para la producción de bebidas carbonatadas.

5. Se logró redistribuir el paso de botella plástica PET por las bandas transportadoras, la cual era necesaria con la inclusión de los nuevos elementos. La botella de 600 ml. al ser producida, es enviada hacia los nuevos silos de almacenaje, logrando así aumentar tres veces la capacidad de almacenaje para las presentaciones de 1.5, 2, 2.5 y 3 litros.
6. Debido a obtener mayor capacidad de almacenaje con los nuevos silos, se logra un aumento en la eficiencia del llenado de botella PET para la entrega de botella plástica, de acuerdo a la demanda en el mercado de bebidas carbonatadas.
7. Se logró, con la inclusión de nuevos silos de almacenaje y bandas transportadoras, aumentar la capacidad instalada de la maquinaria dentro de la planta de producción, para lograr la continuidad del proceso y cumplir con la demanda diaria de producto.

## RECOMENDACIONES

1. Crear programas de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar la vida útil de la maquinaria y equipo, y de esta forma minimizar los costos de operación evitando paros imprevistos en la producción.
2. Mantener en existencia repuestos para las diferentes máquinas utilizadas, que se encuentren en un área accesible para su utilización cuando se le requiera.
3. Realizar capacitaciones tanto para el personal operativo como para el personal de mantenimiento, para que puedan operar las máquinas de manera adecuada y que además pueda existir una rotación constante de personal en las distintas estaciones de trabajo.
4. Involucrar a los operarios y mecánicos en la realización de mejoras en las máquinas. Durante la realización de este trabajo, se pudo notar que el personal que opera las máquinas, posee muy buenas ideas para mejorar y simplificar las tareas. Generalmente, lo que necesitan es un facilitador que los oriente y les provea los recursos necesarios para realizar los cambios.

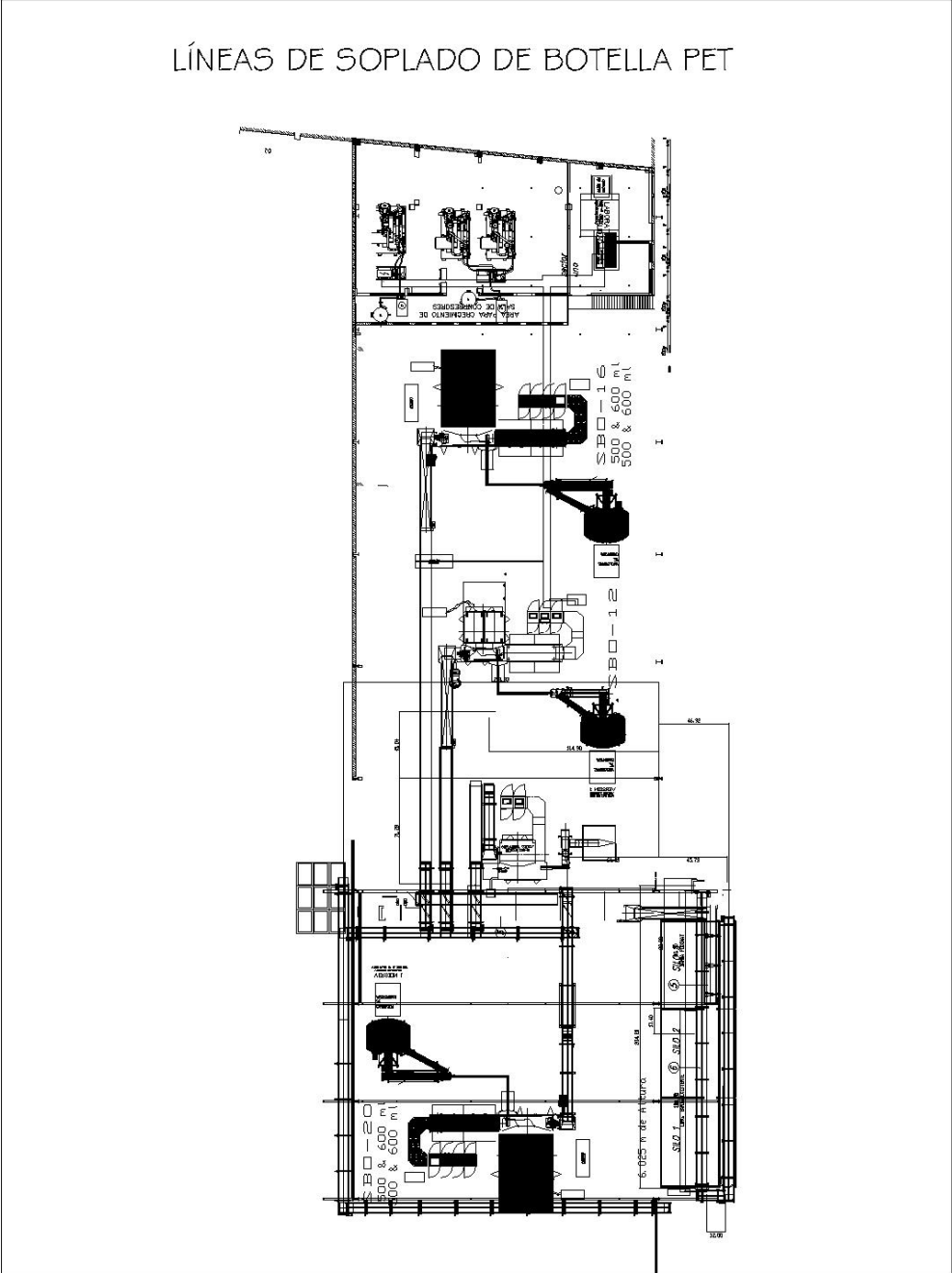
5. Monitorear el buen funcionamiento de la nueva distribución para el almacenaje de botella PET. La inclusión de los nuevos silos puede ser de beneficio para la empresa, si se logra utilizar de buena manera para el almacenaje de los distintos tipos de presentación de botella. Dicha responsabilidad cae sobre los planificadores de producción de bebidas carbonatadas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Theodore Baumeister, Eugene Avallone. **Manual del Ingeniero Mecánico**. 2da. Edición. México. McGraw Hill. 1984.
2. Davie, Alberto. **Introducción a la Automatización Industrial**. 2da. Edición. Buenos Aires.
3. Haynes, Marion E. **Administración de Proyectos: desde la idea hasta la implementación**. México. Ibero América. 1992.
4. Grajeda Bradna, Walter. **Administración y Dirección de Proyectos**. Quality Print. 1999. Guatemala.
5. Sapag Chain, Nassir. **Preparación y Evaluación de Proyectos**. 3ra. Edición. Bogotá. McGraw Hill.
6. Rincón Córcoles, Antonio. **La Industria del Plástico**. Richardson & Lokensgard. México. 2000



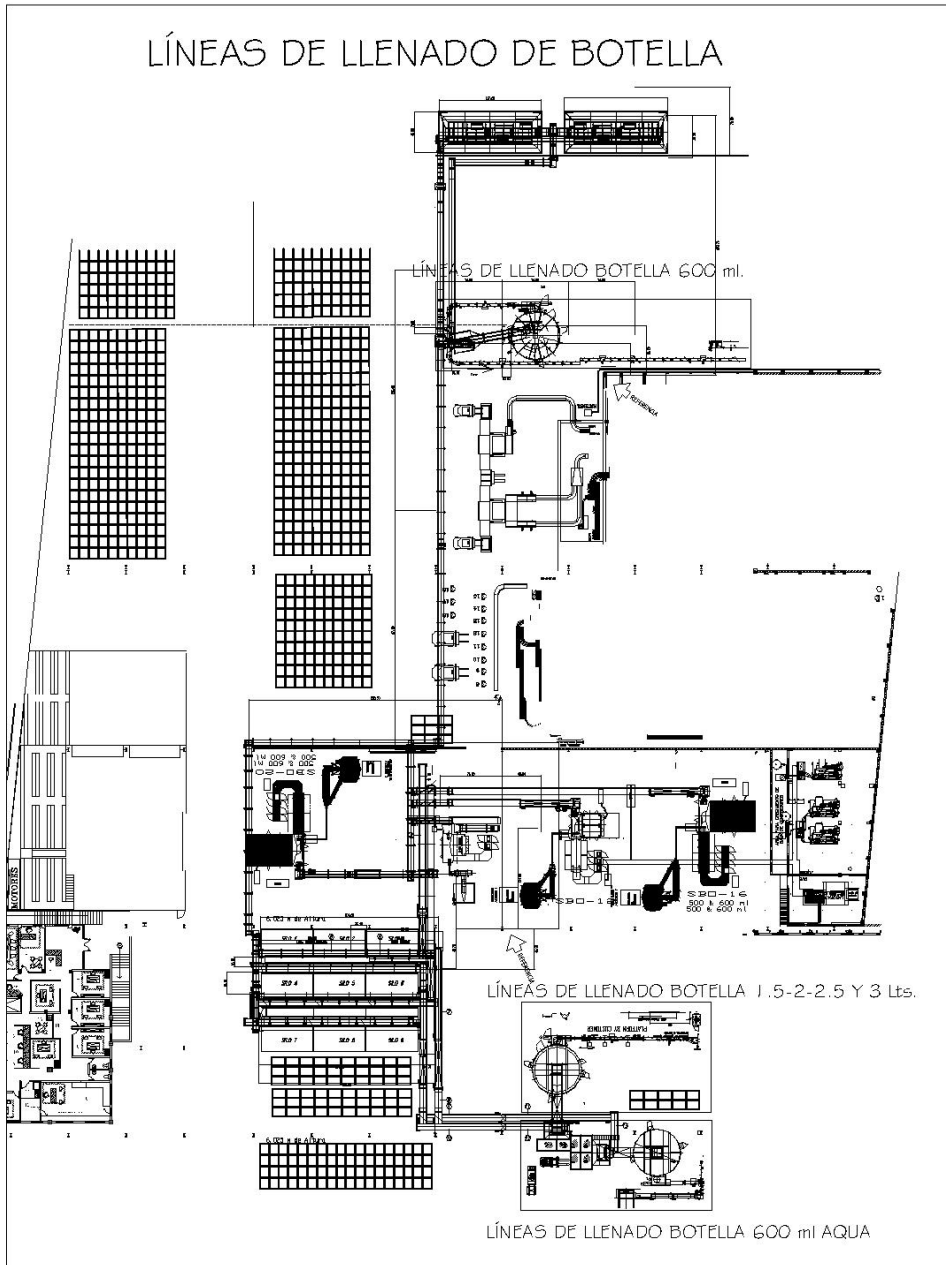
Apéndice I. Plano de planta de líneas de soplado de botella PET.





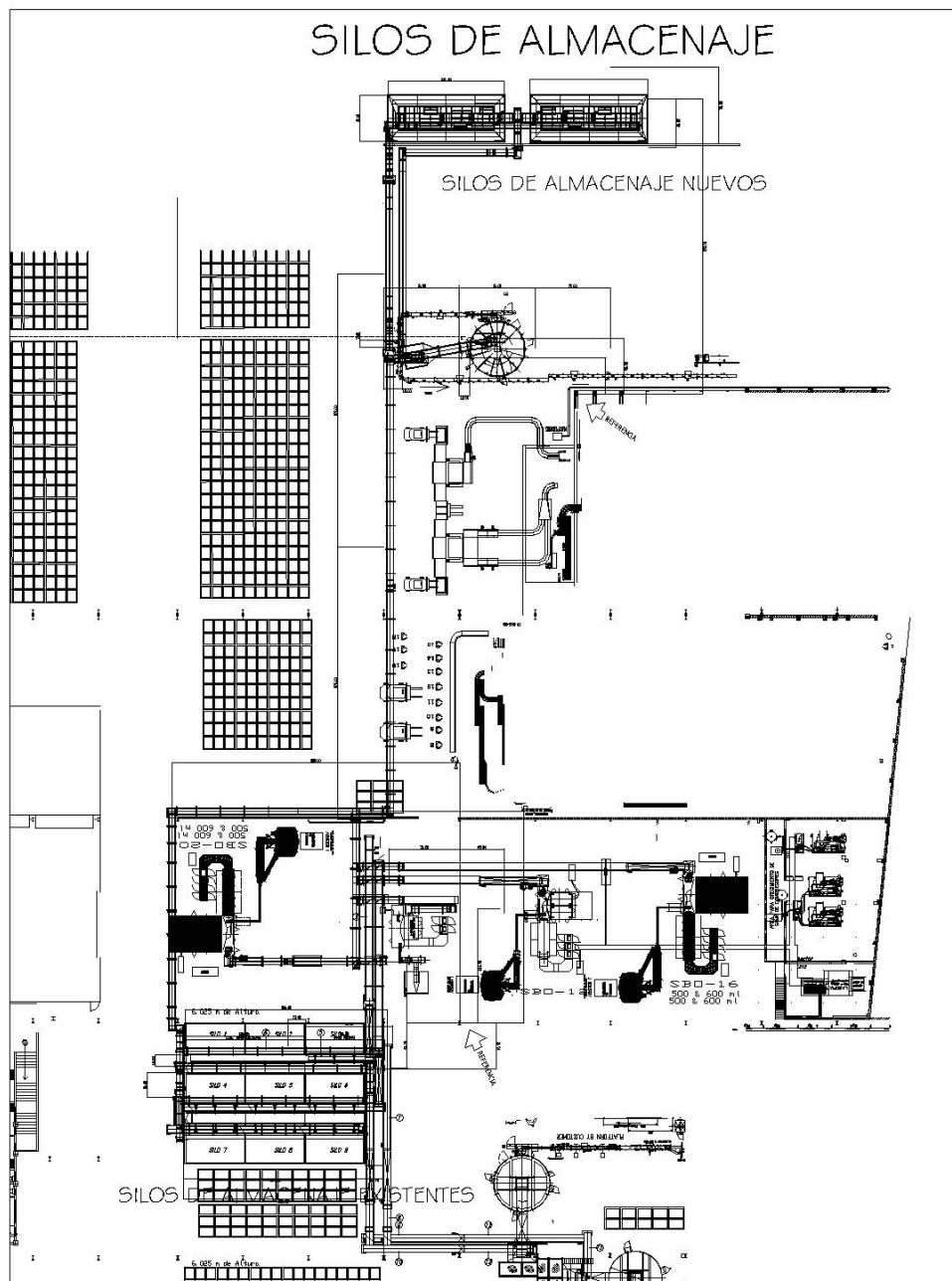


Apéndice II. Plano de planta de líneas de llenado de botella.





### Apéndice III. Plano de planta de silos de almacenaje





**Apéndice IV. Lista de chequeo para mantenimiento de bandas transportadoras.**

**LISTA DE CHEQUEO PARA BANDAS TRANSPORTADORAS**

FECHA:  
REVISADO POR:

HORA:  
JORNADA:

COMPONENTE	ACTIVIDAD	INTENSIDAD		
		SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL
Moto-Reductor	Revisar la temperatura del moto reductor			
	Revisar el ruido en el moto reductor			
	Revisar los tornillos de montaje del moto reductor			
	Revisar el nivel de aceite del moto-reductor			
Correa y Poleas	Revisar la tensión de la correa y las poleas			
	Revisar el desgaste de la correa y las poleas			
	Revisar la alineación del eje de la polea			
	Revisar la unión de la banda			
Bandas	Revisar la alineación de la banda			
	Revisar la tensión de la banda			
Tambores y Rodillos	Revisar el ruido de los tambores y rodillos			
	Revisión general de la estructura (tornillos sueltos, etc.)			
	Revisar los tornillos de los tambores y rodillos			

OBSERVACIONES:



**Apéndice V. Lista de chequeo para mantenimiento de silos de almacenaje.**

**LISTA DE CHEQUEO PARA SILOS DE ALMACENAJE**

FECHA:  
REVISADO POR:

HORA:  
JORNADA:

COMPONENTE	ACTIVIDAD	INTENSIDAD
		SEMANAL
Silos de Almacenaje	Chequeo de los pernos de anclaje en los cuatro extremos	
	Chequeo del funcionamiento de las bandas transportadoras	
	Chequeo de la tolva de entrada de botella	
	Chequear que no exista obstrucción de botella de salida	

OBSERVACIONES:





**Apéndice VI. Lista de chequeo para mantenimiento de secadores.**

**LISTA DE CHEQUEO PARA SECADORES**

FECHA:  
REVISADO POR:

HORA:  
JORNADA:

COMPONENTE	ACTIVIDAD	INTENSIDAD	
		SEMANAL	ANUAL
Secadores	Asegurarse que el secador purgue cuando se descarga el compresor		
	Drenar el tanque de purga		
	Revisar si hay humedad del sistema, abriendo el grifo de vaciado lentamente.		
	Reemplazar el cartucho desecante		

OBSERVACIONES:



**Apéndice VII. Lista de chequeo para mantenimiento de torres de enfriamiento.**

**LISTA DE CHEQUEO PARA TORRES DE ENFRIAMIENTO**

1/3

FECHA:  
REVISADO POR:

HORA:  
JORNADA:

COMPONENTE	ACTIVIDAD	INTENSIDAD		
		SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL
Torres de Enfriamiento	Revisión del estado del ventilador			
	Revisión del estado de las correas			
	Revisión del estado de las válvulas de flotador			
	Revisión del estado del separador de gotas			
	Estado general como corrosiones, vibraciones, tensado de correas.			
	Medida de temperatura del agua en el evaporador en la entrada y en la salida			
	Medida de temperatura del agua en el condensador en la entrada y la salida			
	Medida de temperatura del agua en el recuperador			
	Medida pérdida de presión en condensador			
	Medida pérdida de presión en evaporador			
	Medida pérdida de presión en recuperador			



FECHA:  
REVISADO POR:

HORA:  
JORNADA:

COMPONENTE	ACTIVIDAD	INTENSIDAD		
		SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL
Torres de Enfriamiento	Medida de temperatura y presión en aspiración			
	Medida de temperatura y presión en condensador de descarga			
	Comprobación del nivel y presión de aceite			
	Comprobación de humedad			
	Contabilidad de horas de funcionamiento			
	Medidas de consumo eléctrico a distintas cargas			
	Comprobación de estado del aceite y cambio si procede			
	Comprobación de carga de refrigerante y reposición si procede			
	Verificación y ajuste de interruptores de flujo			
	Engrase de los mecanismos neumáticos o eléctricos de regulación			
Contraste y ajuste de presostatos y termostatos de mando				



FECHA:  
REVISADO POR:

HORA:  
JORNADA:

COMPONENTE	ACTIVIDAD	INTENSIDAD		
		SEMANAL	MESESUAL	SEMESTRAL
Torres de Enfriamiento	Contraste y ajuste de presostatos y termostatos de seguridad			
	Drenaje y limpieza del circuito de condensación			
	Limpieza de las balsas			
	Revisión general de motores			
	Medición y verificación de caudales, presión y rpm de las unidades de ventilación			
	Comprobación de alineación y ausencia de holguras en las unidades de ventilación			
	Limpieza general de las unidades de ventilación			
	Revisión general de carcasas, tapas de cierre, aislamiento y demás elementos de la carga de ventilación			
	Comprobación del estado del separador de gotas			
	Inspección de aislamiento			





Apéndice VIII. Lista de chequeo para mantenimiento de sopladoras.

LISTA DE CHEQUEO PARA SOPLADORAS

FECHA:  
REVISADO POR:

HORA:  
JORNADA:

COMPONENTE	ACTIVIDAD	INTENSIDAD		
		DIARIO	SEMANAL	MENSUAL
Máquinas Sopladoras	Verificar las presiones de trabajo			
	Asegurarse del funcionamiento de la tolva			
	Verificar las temperaturas de trabajo			
	Revisar el nivel de aceite del motor reductor			
	Verificar el funcionamiento de los paros de emergencia			
	Revisar válvulas empaques de la máquina			
	Controlar las tensiones de las fajas y correas			
	Desmontar los moldes para limpieza general			
	Lubricar adecuadamente los elementos mecánicos de la máquina			
	Desmontar fajas y realizar su cambio, si fuese necesario			
	Realizar ajuste de moldes			
Ajustar válvulas y mecanismos de la tolva				

OBSERVACIONES:

