

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Mejoramiento de la producción en una planta productora de  
preformas y envases de PET”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA INDUSTRIAL**

Presentada por:

Rommy Silvana Márquez Ramírez

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2008

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por el apoyo que me brindan, a Carlos Mera por su ayuda invaluable, al Ing. Marco Tapia, Director de Tesis, por conducirme en la realización de este trabajo, y a todas las personas que de una u otra forma me ofrecieron su apoyo.

## **DEDICATORIA**

**A MIS PADRES**

**A MI FAMILIA**

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



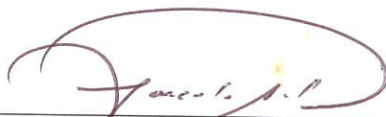
---

Dr. Kleber Barcia V.  
DELEGADO DEL DECANO DE  
LA FIMCP  
PRESIDENTE



---

Ing. Marco Tapia Q.  
DIRECTOR DE TESIS



---

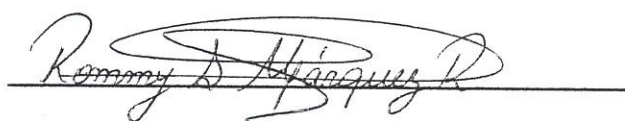
Ing. Marcelo Sola Z.

VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la "ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, reading "Rommy Silvana Márquez Ramírez", is written over a horizontal line.

Rommy Silvana Márquez Ramírez

## RESUMEN

Este proyecto de tesis se realizó en una empresa que forma parte de una importante multinacional cuya sede se encuentra en los Estados Unidos, en Ecuador su planta matriz se encuentra en la ciudad de Guayaquil, y se dedica a la producción y comercialización de preformas y botellas de plástico PET, la planta cuenta con dos áreas de producción:

- Inyección: donde se producen preformas
- Soplado: donde las preformas son convertidas en botellas

El proceso en el área de inyección comienza desde el abastecimiento de la materia prima que es la resina de PET, la cual por medio de la combinación de calor y rozamiento mecánico se funde y se transforma en una especie de colada que luego es inyectada en los moldes de las máquinas de las que se obtienen las preformas, cuyo tamaño depende del molde empleado. El área de inyección está constituida por 7 líneas de producción que se diferencian por la capacidad del molde y la cantidad de masa que inyectan.

El PET es transformado en botella mediante un proceso llamado biorientación de preformas en el que las preformas son calentadas y por estiramiento y soplado a presiones y temperaturas controladas en las máquinas sopladoras se obtienen las botellas cuyas formas dependen del molde empleado para el soplado. En la planta se cuenta con 6 líneas de soplado constituidas por equipos de dos marcas diferentes, las mismas que tienen diferentes números de moldes y velocidades de soplado.

Este estudio se centró en una de las dos áreas de producción, para seleccionar el área a estudiar se consideraron una serie de indicadores claves los cuales se detallan a continuación:

| INDICADOR           | INYECCIÓN | SOPLADO |
|---------------------|-----------|---------|
| NIVEL DE PRODUCCIÓN | 76%       | 24%     |
| NIVEL DE SCRAP      | 81%       | 19%     |
| NIVEL DE HFI        | 94%       | 6%      |

Considerando principalmente el nivel de producción y los niveles de scrap y HFI se seleccionó el área de inyección como la más relevante para la empresa. Para realizar el análisis del funcionamiento de esta área en las condiciones al momento de hacer el estudio, se seleccionaron indicadores de productividad que describen el rendimiento de cada una de las líneas de

inyección y que sirvan de base para medir el funcionamiento actual de esta área, estos indicadores son:

- ✓ Niveles de Producción: Cantidad en unidades de preformas producidas por mes en cada línea, detallados por gramajes.
- ✓ Eficiencia de Producción: Relación entre la producción real y la producción estándar (descontando el tiempo de paralizaciones planificadas, dentro de un periodo de tiempo). Se consideró la eficiencia como un criterio para analizar el funcionamiento actual del área de inyección, debido a que este indicador tiene un impacto directo sobre los costos de producción de la empresa.
- ✓ Scrap: Es el porcentaje de preformas perdidas durante el periodo de producción, generado en el proceso, devoluciones de clientes, pruebas de laboratorio y clasificado interno.
- ✓ Nivel de consumo de material de empaque: Se refiere a la cantidad de insumos necesarios para la conformación de las cajas donde se almacena el producto terminado y cuya inversión no es recuperable. El empaque constituye un fuerte rubro que la empresa desembolsa mensualmente.



Los niveles de estos indicadores, así como los factores que incidieron sobre ellos se detallan a lo largo del capítulo 2, con el análisis de los factores encontrados en dicho capítulo se plantean más adelante propuestas de mejora enfocadas a disminuir o eliminar los problemas de paros y arranques de máquinas que generaron tiempos perdidos y elevados niveles de scrap, la falta de una herramienta para fijar los programas de producción y el gasto excesivo en el material de empaque. La relación entre los problemas encontrados, los orígenes de los mismos, su efecto sobre el área y las propuestas de mejora se plantean en la figura 3.1 del capítulo 3 de este estudio. Después de haber identificado los problemas sobre los cuales se trabajarán en ese capítulo se plantean y desarrollan las siguientes propuestas de mejoras:

- a. Diseño de un procedimiento e instructivos para el mantenimiento preventivo de los equipos de inyección: los cuales se ajustaron al formato que usa la empresa para este tipo de documentos y contienen información sobre el personal involucrado, sus responsabilidades y el detalle de las actividades que deben realizar para dar cumplimiento al procedimiento, además en los instructivos se definen la frecuencia con la que deben ser ejecutadas cada una de las tareas de mantenimiento.

- b. Diseño de un instructivo para el arranque de máquinas: ajustado al estándar de documentos de la empresa, contiene información respecto a los parámetros a considerar a nivel de las máquinas para iniciar la producción.
- c. Diseño de un procedimiento para la planeación de la producción: en el que se definen responsabilidades para cada uno de los miembros que participan en este procedimiento, el tipo de información que deben aportar así como también plantillas de planes agregados y maestros de producción que deberán ser elaborados para organizar un cronograma mensual de producción y facilitar el control de su ejecución.
- d. Empleo de un nuevo sistema de embalaje de producto terminado utilizando cestas metálicas: en esta propuesta se presenta una nueva opción para embalar las preformas, el cual tiene la particularidad de ser de uso continuo a diferencia del sistema actual que es descartable y además se indica la inversión que la empresa deberá hacer para ejecutarla

En el análisis además se plantean los beneficios que podría obtener la empresa de ejecutar estas propuestas así como también se establece un plan para la ejecución de las mismas.

## ÍNDICE GENERAL

|                        |      |
|------------------------|------|
| RESUMEN.....           | II   |
| ÍNDICE GENERAL.....    | VII  |
| ABREVIATURAS.....      | X    |
| SIMBOLOGÍA.....        | XI   |
| INDICE DE FIGURAS..... | XII  |
| INDICE DE TABLAS.....  | XIII |
| INDICE DE PLANOS.....  | XIV  |
| INTRODUCCIÓN.....      | 1    |

### CAPÍTULO 1

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 1. ANTECEDENTES                             | 3  |
| 1.1. Descripción general de la empresa      | 3  |
| 1.1.1. Descripción general de la planta     | 6  |
| 1.1.2. Descripción del proceso de inyección | 9  |
| 1.1.3. Descripción del equipo de inyección  | 15 |
| 1.1.4. Descripción del proceso de soplado   | 20 |
| 1.1.5. Descripción del equipo de soplado    | 24 |
| 1.2. Justificación del área de estudio      | 25 |

## CAPÍTULO 2

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 2. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA SELECCIONADA.....                       | 34 |
| 2.1. Análisis de la situación actual.....                       | 35 |
| 2.1.1. Niveles de producción actuales.....                      | 38 |
| 2.1.2. Niveles de scrap actual.....                             | 45 |
| 2.1.3. Niveles de eficiencia de las máquinas actuales.....      | 48 |
| 2.1.4. Niveles de consumo de material de empaque.....           | 50 |
| 2.2. Descripción de los problemas del área seleccionada.....    | 54 |
| 2.2.1. Problemas que afectan el nivel de producción.....        | 54 |
| 2.2.2. Problemas que incrementan el índice de scrap.....        | 59 |
| 2.2.3. Problemas que afectan la eficiencia de las máquinas..... | 62 |
| 2.2.4. Consumo excesivo de material de empaque.....             | 64 |
| 2.2.5. Análisis foda del área de producción.....                | 69 |

## CAPÍTULO 3

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3. PLANTEAMIENTO DE PROPUESTAS DE MEJORA.....                                                                  | 75  |
| 3.1. Determinación de los problemas más incidentes     del área<br>seleccionada y las acciones de mejoras..... | 75  |
| 3.2. Establecimiento de los beneficios a obtenerse con la ejecución<br>del plan de mejora.....                 | 116 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 3.3. Desarrollo del plan de mejoras..... | 123 |
|------------------------------------------|-----|

#### CAPÍTULO 4

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 127 |
| 4.1. Conclusiones.....                 | 127 |
| 4.2. Recomendaciones.....              | 129 |

#### APÉNDICES

#### BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

|                  |                                                     |
|------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>PET</b>       | Poli Etileno de Tereftalato                         |
| <b>HFI</b>       | Hold for inspection                                 |
| <b>STD</b>       | Estándar                                            |
| <b>SCRAP</b>     | Desperdicio                                         |
| <b>SKU</b>       | Stock Keeping Units                                 |
| <b>SETUP</b>     | Tiempo requerido para realizar un cambio            |
| <b>FODA</b>      | Fortalezas – Oportunidades – Debilidades – Amenazas |
| <b>ONE - WAY</b> |                                                     |
| <b>OT</b>        | Orden de Trabajo                                    |
| <b>PAP</b>       | Plan Agregado de Producción                         |
| <b>PMP</b>       | Plan Maestro de Producción                          |
| <b>RDPT</b>      | Registro Diario de Producto Terminado               |

## SIMBOLOGÍA

|              |                    |
|--------------|--------------------|
| <b>gr.</b>   | Gramos             |
| <b>Kg.</b>   | Kilogramo          |
| <b>Ton.</b>  | Toneladas          |
| <b>s</b>     | Segundos           |
| <b>m</b>     | Metros             |
| <b>ml.</b>   | Mililitros         |
| <b>°C</b>    | Grados Centígrados |
| <b>No.</b>   | Número             |
| <b>C.</b>    | Columna            |
| <b>F.</b>    | Fila               |
| <b>t</b>     | Tiempo             |
| <b>i</b>     | Interés            |
| <b>Min.</b>  | Minutos            |
| <b>Uni.</b>  | Unidad             |
| <b>Reut.</b> | Reutilización      |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FIGURA 1.1 Volumen de ventas por tipo año 2.006.....                                                                  | 5   |
| FIGURA 1.2 Organigrama de la empresa.....                                                                             | 6   |
| FIGURA 1.3 Crecimiento sostenido de la producción expresado en toneladas de resina procesada año 2.006.....           | 8   |
| FIGURA 1.4 Preformas producto terminado del área de inyección.....                                                    | 9   |
| FIGURA 1.5 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de preformas.....                                             | 14  |
| FIGURA 1.6 Unidad de inyección.....                                                                                   | 17  |
| FIGURA 1.7 Unidad de cierre .....                                                                                     | 17  |
| FIGURA 1.8 Unidad de control.....                                                                                     | 18  |
| FIGURA 1.9 Unidad de robot.....                                                                                       | 18  |
| FIGURA 1.10 Molde de inyección.....                                                                                   | 20  |
| FIGURA 1.11 Soplado de botellas.....                                                                                  | 21  |
| FIGURA 1.12 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de botellas                                                  | 23  |
| FIGURA 2.1 Producción y ventas año 2.006.....                                                                         | 38  |
| FIGURA 2.2 Producción y ventas año 2.006 .....                                                                        | 42  |
| FIGURA 2.3 Caja de preformas.....                                                                                     | 52  |
| FIGURA 2.4 Árbol de problemas del área de producción.....                                                             | 56  |
| FIGURA 3.1 Relación de los problemas encontrados en el área de inyección con las propuestas de mejora planteadas..... | 74  |
| FIGURA 3.2 Matriz principal plan agregado de mantenimiento.....                                                       | 96  |
| FIGURA 3.3 Matriz secundaria plan agregado de mantenimiento - ingreso de días de producción.....                      | 97  |
| FIGURA 3.4 Estructura final del plan agregado de producción ejemplo de un mes de programación.....                    | 98  |
| FIGURA 3.5 Matriz plan maestro de producción.....                                                                     | 101 |
| FIGURA 3.6 Estructura final del plan maestro de producción ejemplo de un mes de programación.....                     | 109 |
| FIGURA 3.7 Cesta metálica plegable.....                                                                               | 109 |
| FIGURA 3.8 Cestas metálicas plegadas.....                                                                             | 111 |
| FIGURA 3.9 Composición y ubicación de las cajas empleadas.....                                                        | 113 |
| FIGURA 3.10 Flujo de efectivo de la propuesta.....                                                                    | 119 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TABLA 1.1 Personal por áreas y jornadas de trabajo.....                                                              | 6   |
| TABLA 1.2 Capacidad de producción por ítem de las inyectoras.....                                                    | 16  |
| TABLA 1.3 Capacidad de producción por ítem de las sopladoras.....                                                    | 24  |
| TABLA 1.4 Comparación niveles de producción de los procesos de<br>inyección y soplados durante el año 2.006.....     | 27  |
| TABLA 1.5 Comparación eficiencia de manufactura de los procesos de<br>inyección y soplados durante el año 2.006..... | 28  |
| TABLA 1.6 Comparación niveles de HFI de los procesos de inyección<br>y soplados.....                                 | 30  |
| TABLA 1.7 Comparación niveles de scrap de los procesos de<br>inyección y soplados.....                               | 31  |
| TABLA 1.8 Comparación niveles indicadores generales procesos de<br>inyección y soplados.....                         | 32  |
| TABLA 2.1 Producción de inyección vs. Ventas totales en millones año<br>2.006.....                                   | 38  |
| TABLA 2.2 Niveles de producción en millones de preformas por año....                                                 | 39  |
| TABLA 2.3 Niveles de producción por línea año 2.006.....                                                             | 41  |
| TABLA 2.4 Niveles de producción por formato año 2.006.....                                                           | 41  |
| TABLA 2.5 Porcentaje de scrap por línea de producción año 2.006.....                                                 | 47  |
| TABLA 2.6 Porcentaje de eficiencia por línea de producción año 2.006                                                 | 49  |
| TABLA 2.7 Composición de caja de preformas.....                                                                      | 53  |
| TABLA 2.8 Resumen causas de scrap por línea de producción.....                                                       | 59  |
| TABLA 2.9 Resumen de paros de producción por línea.....                                                              | 62  |
| TABLA 2.10 Material de empaque empleado año 2.006.....                                                               | 64  |
| TABLA 2.11 Consumo de material de empaque.....                                                                       | 65  |
| TABLA 2.12 Empaque empleado en la venta de preformas.....                                                            | 66  |
| TABLA 2.13 Material de empaque empleado en producción.....                                                           | 67  |
| TABLA 2.14 Valorización del gasto anual en material de empaque.....                                                  | 68  |
| TABLA 3.1 Clasificación de productos del inventario.....                                                             | 92  |
| TABLA 3.2 Set up requerido para cambios de molde y core por línea...                                                 | 93  |
| TABLA 3.3 Determinación del número de cajas usadas en inyección....                                                  | 112 |
| TABLA 3.4 Actividades y responsables del plan de mejora.....                                                         | 124 |

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Área de Inyección  
Plano 2 Área de Soplado

# INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata del “Mejoramiento de la producción en una planta productora de preformas y envases de PET”, el cual consistió en identificar, analizar y proponer mejoras para resolver los problemas que se presentaban en el área de inyección, que fue identificada como la más crítica de la empresa basada en la información de un año de producción.

Para ello se identificó el área que tiene mayor importancia por sus niveles de producción y por el efecto de sus resultados sobre las demás áreas. Se empleó la información que la empresa posee sobre los resultados de niveles de producción, eficiencias, desperdicios, productos no conformes y gastos de dicha área para establecer los problemas que afectan a la producción y que además generan gastos elevados.

Después del análisis de la información encontrada y de la identificación de los principales problemas el estudio finaliza con la elaboración de un plan de mejoras que incluye la definición de un plan de mantenimiento preventivo con su respectivo procedimiento, los instructivos para la ejecución de las actividades de mantenimiento y producción, la propuesta a la empresa del empleo de un nuevo sistema de embalaje de producto terminado y el diseño de un sistema para programar la producción con su respectivo

procedimiento, además se incluye un detalle de los beneficios que la empresa podría obtener con la ejecución de las propuestas y un esquema para llevar a cabo estas mejoras en el que se establecen los responsables de cada propuesta una serie de actividades que se deberán ejecutar y el estatus de las mismas al final del análisis.

# CAPÍTULO 1

## 1. ANTECEDENTES

A lo largo de este capítulo se presentará una descripción general de la empresa, desde sus orígenes, su situación en el mercado actual, la descripción de cada una de las áreas de producción y como se desarrolla el proceso productivo. Finalmente se presenta la justificación del proyecto, para lo cual se hace la identificación de los problemas y su jerarquización tomando en cuenta principalmente los niveles de producción y las eficiencias.

### 1.1. Descripción General de la Empresa

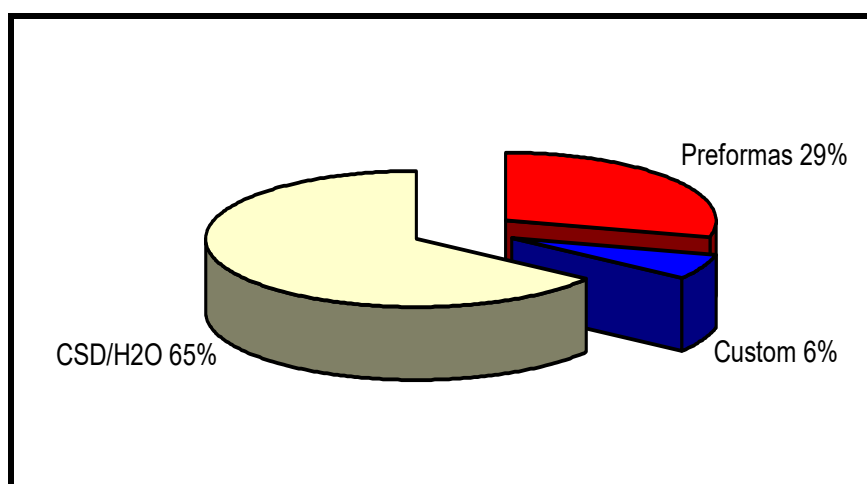
La Compañía donde se desarrollará este estudio, a la cual denominaré “La Empresa”, se dedica a la producción y comercialización de preformas y botellas de PET con alta demanda en el mercado de las bebidas carbonatadas y de consumo usual.

Surge de la fusión de una importante empresa multinacional de reconocimiento mundial en la fabricación de todo tipo de empaques y una empresa familiar local con una larga trayectoria en el procesamiento del PET. A finales del año 2.003 la multinacional adquiere la totalidad de las acciones de la empresa familiar y realiza una importante inversión en equipos nuevos para el proceso de inyección, donde se elaboran las preformas y para el proceso de soplado donde las preformas son convertidas en botellas. Además firma un importante contrato con una de las marcas más representativas de bebidas gaseosas del país que le permite establecer operaciones In-House en las plantas embotelladoras que esta compañía posee en Quito y Guayaquil, convirtiéndose en el principal proveedor de esta compañía y consolidando su presencia en el mercado ecuatoriano. Para mediados del año 2.007 las operaciones In – House son entregadas a la embotelladora y la empresa se encarga de proveer el 100% de las necesidades de preforma de la embotelladora y soporte en la entrega de botellas cuando esta lo solicita.

Las ventas de la empresa son distribuidas en 3 grupos de productos que son:

- Preformas
- Envases para bebidas de consumo usual (Customs)
- Envases para bebidas gaseosas y aguas (CSD/H<sub>2</sub>O)

En el año 2.006, de acuerdo con información obtenida del departamento comercial de la empresa, el volumen de ventas fue de 374 millones de unidades aproximadamente, las cuales estuvieron distribuidas en los siguientes porcentajes por tipo:



**FIGURA 1.1 VOLUMEN DE VENTAS POR TIPO AÑO 2.006**

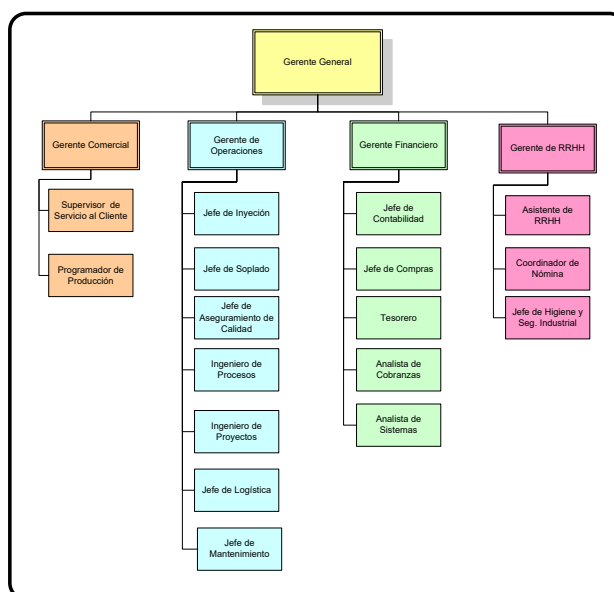
Aproximadamente el 90% de las ventas de envases para bebidas gaseosas y aguas correspondió a las entregas de envases en las operaciones In-House, después que estas instalaciones se cancelaron, los volúmenes que se dejaron de vender en este tipo de envases se sumaron a la venta de preformas.

La empresa cuenta actualmente con 130 empleados distribuidos, tal como se detalla en la tabla a continuación:

**TABLA 1.1**  
**PERSONAL POR ÁREAS Y JORNADAS DE TRABAJO**

| Área                    | Número de Personas   | Turno      |
|-------------------------|----------------------|------------|
| Inyección               | 22                   | 7h00-19h00 |
| Soplado                 | 44                   | 7h00-19h00 |
| Calidad                 | 14                   | 7h00-19h00 |
| Logísticas              | 20                   | 7h00-19h00 |
| Personal Administrativo | 30                   | 8h15-17h15 |
| <b>Total</b>            | <b>130 Empleados</b> |            |

La estructura organizacional de la empresa está claramente definida, se cuenta con un Gerente General y un equipo de Gerentes de áreas y las jefaturas como se muestra a continuación:



**FIGURA 1.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA**

### 1.1.1 Descripción general de la planta

En la actualidad la empresa cuenta con una planta matriz ubicada en un sector industrial en las afueras de la ciudad de



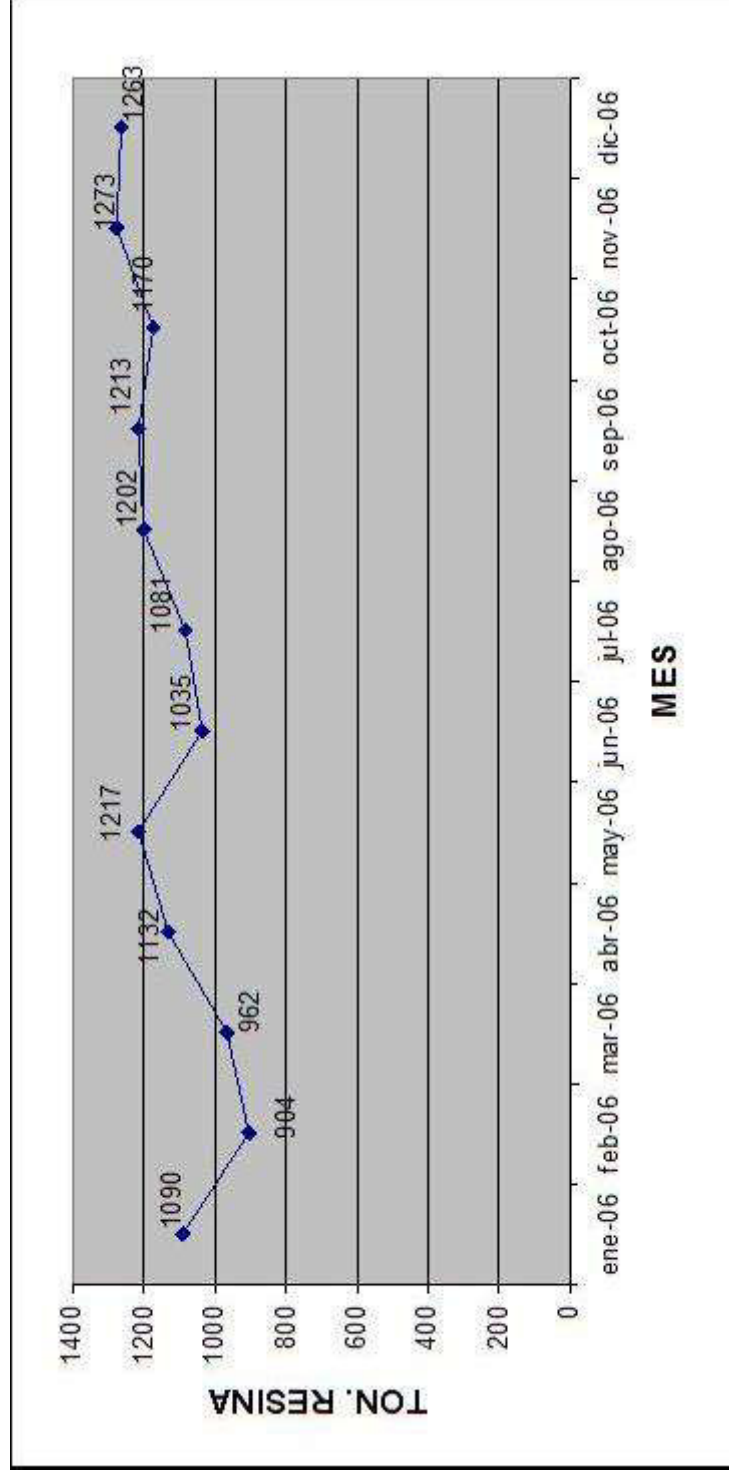
Guayaquil, en la cual se desarrolla este proyecto. Esta planta cuenta con dos áreas de producción bien definidos que son:

- Área de Inyección
- Área de Soplado

Además de poseer los departamentos auxiliares a estos procesos que son:

- Departamento de Logística.
- Departamento de Control de Calidad
- Departamento de Mantenimiento Técnico.
- Oficinas de Planta
- Oficinas Administrativas.

La capacidad instalada de la planta se mide en términos de toneladas de PET procesado en el área de inyección, en la actualidad la capacidad de procesamiento de PET es de 1.600 Ton. /mes.



**FIGURA 1.3 CRECIMIENTO SOSTENIDO DE LA PRODUCCIÓN EXPRESADO EN TONELADAS DE RESINA PROCESADA AÑO 2006**

En esta planta se produce de manera continua las preformas y envases, estos productos están destinados para cubrir las necesidades de la cartera de clientes con los que cuenta la empresa a nivel local y nacional y que en Noviembre de 2.006 (mes de ventas más elevadas en el año) le representó la venta de 11,85 millones de preformas y 27,3 millones de envases.

Para la elaboración de envases, primero se parte con la elaboración de la preforma, se utiliza el proceso denominado de “Dos Etapas”, la primera constituida por la elaboración de las preformas y su embalaje en el área de Inyección, y la segunda es la etapa de Soplado.

### 1.1.2 Descripción del proceso de Inyección

El proceso en el área de inyección comienza desde el abastecimiento de la materia prima que es la resina de PET, y termina con la entrega de preformas en cajas de cartón embaladas y claramente identificadas.



**FIGURA 1.4 PREFORMAS PRODUCTO TERMINADO DEL ÁREA DE INYECCIÓN**

El término PET es la forma abreviada de denominar al Tereftalato de Polietileno, polímero que se caracteriza por su alta resistencia, baja permeabilidad (propiedades de barrera) que protegen la integridad del producto, tiene una apariencia transparente, capaz de moldearse de diferentes formas y colores, razón por la cual es ampliamente utilizado en la elaboración de envases para bebidas carbonatadas y de consumo usual, tales como agua, refrescos, jugos y otros alimentos.

La materia prima empleada para la producción de las preformas es denominada resina y se importa vía marítima desde el Asia en grandes sacos de 1.100 kg. de capacidad. El proceso de producción incluye los siguientes pasos:

1. La resina es ingresada al área de almacenamiento a través de montacargas para luego ser trasladada al área de producción.
2. Dentro del área de producción, se cargan sacos individualmente por marca a cada inyectora dependiendo del tipo de lote que se desee producir.
3. La resina es succionada mediante bombas a un silo de aproximadamente 3,5 Ton de capacidad en donde es calentada a 175°C por un lapso de 7 horas aproximadamente.

4. La resina caliente y seca ingresa a la inyectora por un tornillo extrusor donde se calienta a 285°C y se plastifica para que pueda ingresar de forma líquida al molde.
5. Los moldes se clasifican de acuerdo a los gramajes de las preformas que van a producir: 18g, 22g, 25g, 44g, etc., y tienen generalmente 48 cavidades dependiendo del tipo de inyectora. Dentro del mismo, la resina caliente toma la forma de la cavidad del molde y se genera una “preforma”, que tiene la forma de un tubo de ensayo plástico. Dependiendo del cliente, se puede dar color a la preforma, ésta puede ser verde, celeste, naranja, etc., esto se lo aplica con equipos dosificadores de color ya que el Pet en su estado original es transparente.
6. Las preformas al abrir el molde son expulsadas y retiradas por un brazo robot, el mismo que dependiendo del diseño de máquina proveen el enfriamiento o las depositan en las canecas de refrigeración, dentro de la cabina climatizada de la máquina.
7. Las preformas se almacenan en cajas cúbicas de cartón de 1.10m sobre pallets de madera y su volumen varía de acuerdo al tamaño de la preforma, Ej.: cajas con preformas de 25g tienen 16.000 unid, cajas con preformas de 44g tienen 8.000 unid., etc.
8. Las cajas son selladas con una tapa, aseguradas con zuncho plástico, cubiertas con stretch film en su parte superior e identificadas con un

sticker que detalla el gramaje, fecha producción, lote, tipo de resina utilizada, volumen de preformas y aprobación de calidad.

9. Finalmente, las cajas son entregadas a la Bodega de Producto Terminado para su almacenaje y posterior despacho a Clientes.

Paralelo al proceso de producción se realizan inspecciones de calidad cada tres horas, para ello de cada línea de inyección se toma una muestra de las preformas producidas, se llevan al laboratorio de calidad donde son sometidas a rigurosas pruebas de control en las que se realizan mediciones de dimensiones, coloración, resistencia, peso entre otros, los datos obtenidos se comparan con el estándar, de detectarse cualquier anomalía en el producto el Inspector de Calidad tiene la obligación de bloquear las cajas producidas durante el período comprendido entre las dos últimas inspecciones realizadas.

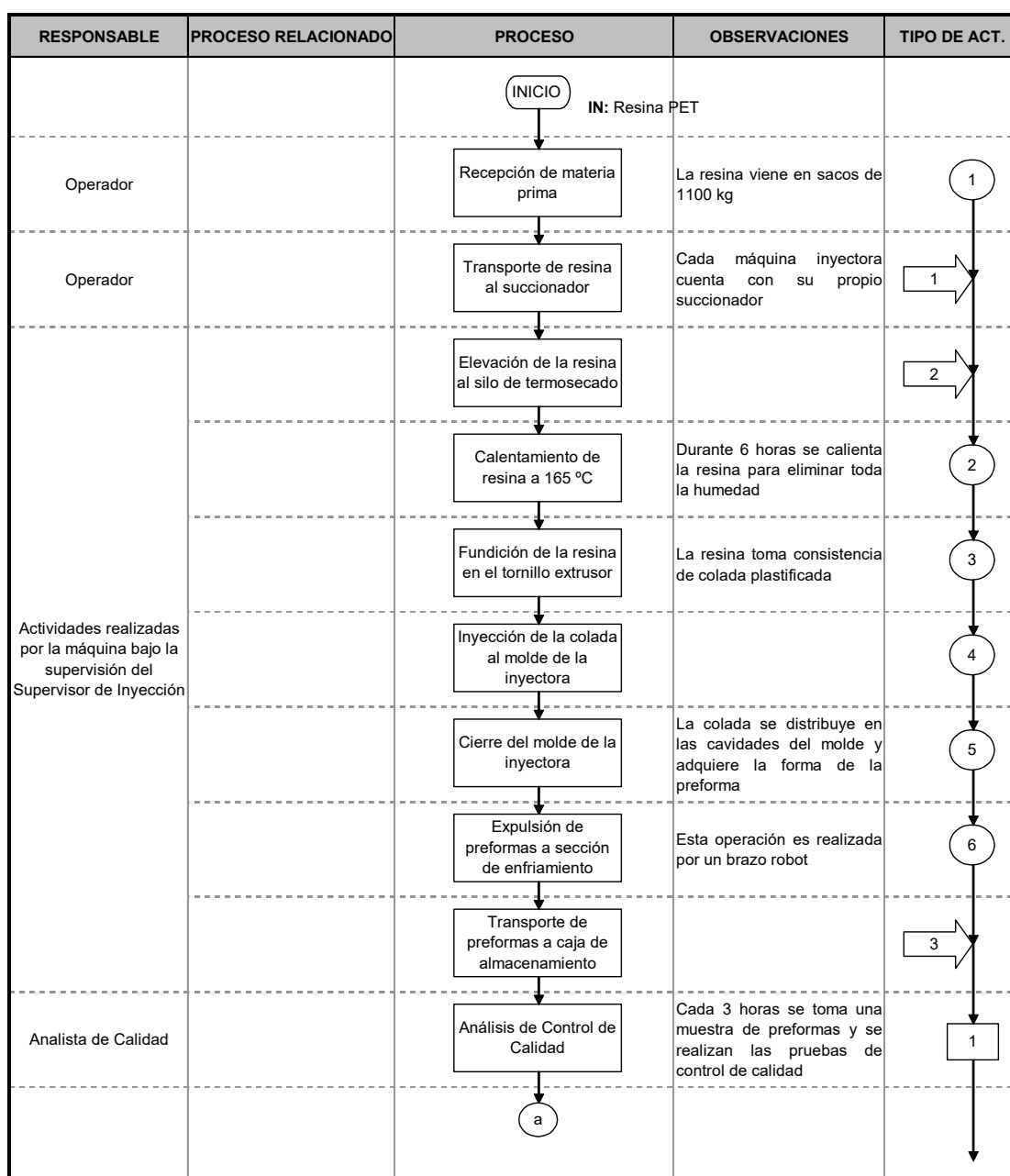
Las cajas bloqueadas pasan al área de productos retenidos para inspección (HFI), donde personal de selección se encarga de revisar una a una las preformas, se envía al scrap las preformas defectuosas y luego se liberan las cajas que pasan la inspección.

En cada turno de trabajo laboran: 1 supervisor, quien se encarga del cumplimiento de la producción requerida, de cumplir con los estándares de la

operación y verificación del correcto funcionamiento de los equipos e inyectoras, 3 obreros quienes cumplen las funciones operativas entre las cuales constan: abastecimiento de resina, disposición de cajas, pesaje y embalaje del preformas producidas en cartones, limpieza y tareas de mantenimiento asistidas.

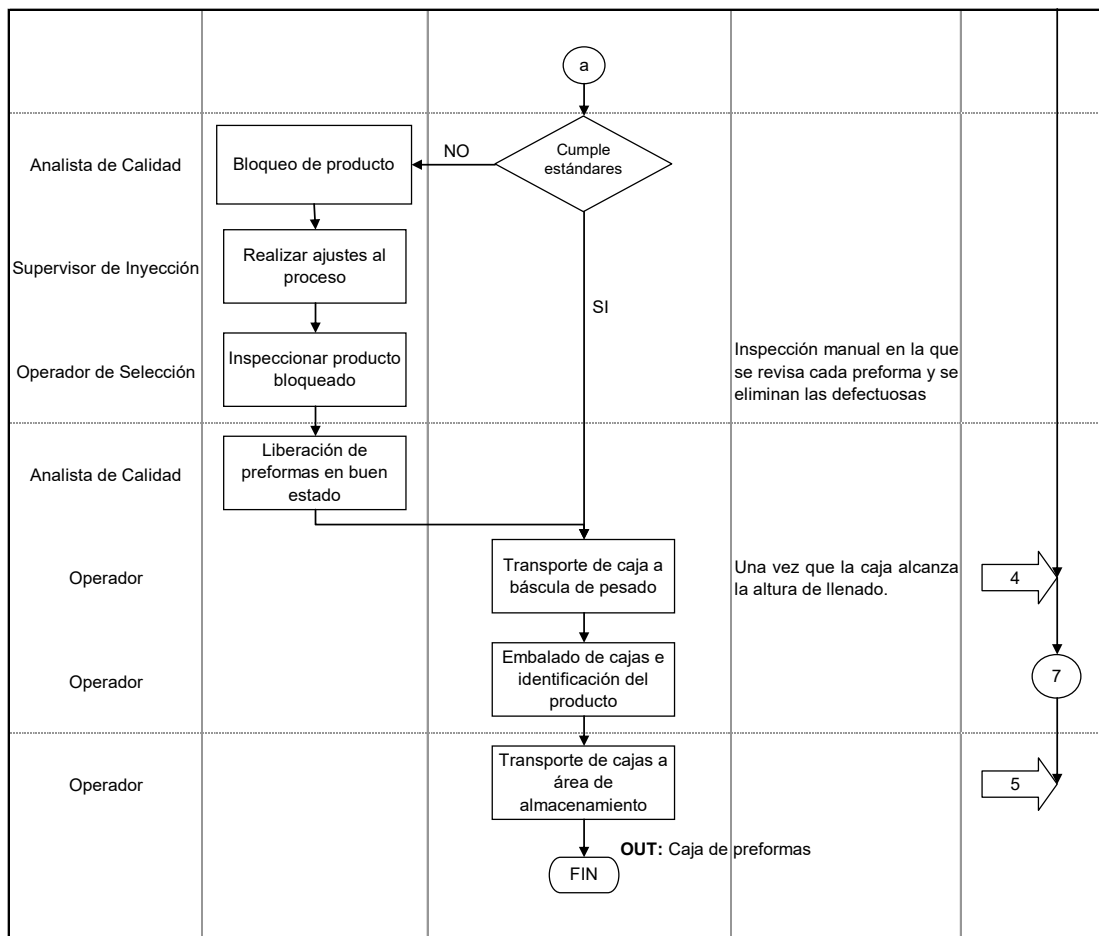
El área de inyección está constituida por 7 líneas de producción definidas por su nombre de fábrica y su posición dentro del área.

Estas líneas se diferencian en sus niveles de producción y estos a su vez son definidos por la capacidad del molde, la cantidad de masa que inyectan, y el tiempo de ciclo establecido por el proveedor de la máquina inyectora.



**FIGURA 1.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LABORACIÓN DE PREFORMAS**





**FIGURA 1.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PREFORMAS**

Todo el proceso de inyección se lleva a cabo en una área perfectamente delimitada y organizada, la cual se puede apreciar en el plano 1.

### 1.1.3 Descripción del equipo de Inyección

En el área de inyección se cuenta con 7 máquinas inyectoras las mismas que constituyen el equipo principal de las 7 líneas de producción de inyección. Cada una de estas máquinas

inyectoras son capaces de procesar distintos gramajes de preformas con capacidades diarias de producción diferentes en entre sí como se detalla en la siguiente tabla.

**TABLA 1.2**  
**CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN POR ÍTEM DE LAS INYECTORAS**

| LÍNEAS      | ÍTEM.  | STD Diario |
|-------------|--------|------------|
| Inyectora 1 | 18 gr. | 403.200    |
|             | 22 gr. | 358.400    |
|             | 60 gr. | 202.444    |
|             | 64 gr. | 189.741    |
| Inyectora 2 | 25 gr. | 251.345    |
|             | 28 gr. | 236.983    |
|             | 47 gr. | 197.486    |
|             | 56 gr. | 190.239    |
|             | 60 gr. | 140.583    |
|             | 62 gr. | 128.795    |
| Inyectora 3 | 25 gr. | 251.345    |
|             | 28 gr. | 243.953    |
|             | 47 gr. | 197.486    |
|             | 56 gr. | 190.239    |
|             | 60 gr. | 140.583    |
| Inyectora 4 | 25 gr. | 188.509    |
|             | 28 gr. | 169.273    |
|             | 47 gr. | 140.155    |
|             | 56 gr. | 125.673    |
| Inyectora 5 | 18 gr. | 188.082    |
|             | 25 gr. | 162.635    |
|             | 28 gr. | 145.516    |
|             | 56 gr. | 66.144     |
| Inyectora 6 | 22 gr. | 243.953    |
|             | 25 gr. | 218.274    |
|             | 60 gr. | 165.888    |
|             | 89 gr. | 92.160     |
| Inyectora 7 | 22 gr. | 243.953    |
|             | 25 gr. | 207.360    |

Aunque las máquinas de inyección son de diferentes marcas y modelos, básicamente están constituidas por 3 partes principales que son:

1. **Unidad de inyección:** La función principal de la unidad de inyección es la de fundir, mezclar e inyectar el PET. Para lograr esto se utilizan husillos (tornillos de hierro que se usan en el movimiento de algunas máquinas) de diferentes características según el polímero que se desea fundir.



**FIGURA 1.6 UNIDAD DE INYECCIÓN**

2. **Unidad de cierre:** Es una prensa hidráulica o mecánica, con una fuerza de cierre bastante grande que contrarresta la fuerza ejercida por el polímero fundido al ser inyectado en el molde. Si la fuerza de cierre es insuficiente, el material escapará por la unión del molde, causando así que la pieza final tenga defectos de rebabas.



**FIGURA 1.7 UNIDAD DE CIERRE**

3. **Unidad de control:** La unidad de control se compone del armario eléctrico y de la interfaz hombre-máquina. El armario eléctrico contiene un controlador de lógica programable, los interruptores de circuito y la lógica. La interfase hombre-máquina regula el funcionamiento de la máquina y las funciones de trabajo.



**FIGURA 1.8 UNIDAD DE CONTROL**

4. **Unidad de robot:** La unidad de robot se encarga de la manipulación de piezas. Extrae las preformas del molde, las refrigera, solidificándolas y las deposita en la cinta transportadora.



**FIGURA 1.9 UNIDAD DE ROBOT**

5. **El molde:** Es la parte más importante de la máquina de inyección, ya que es el espacio donde se genera la pieza (preforma); para producir una preforma de gramaje diferente, simplemente se cambia el molde o se realiza un cambio de core, al ser una pieza intercambiable que se atornilla en la unidad de cierre. Las partes del molde son:

- **Cavidad:** es el volumen en el cual la preforma será moldeada.
- **Core:** son pistones forman las cavidades de la preforma, con un mismo molde se pueden producir hasta 2 gramajes diferentes de preformas cambiando por un core de diferente diámetro.
- **Canales o ductos:** son conductos a través de los cuales el polímero fundido fluye debido a la presión de inyección.
- **Canales de enfriamiento:** Son canales por los cuales circula agua para regular la temperatura del molde.
- **Barras expulsoras:** al abrir el molde, estas barras expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad, pudiendo a veces contar con la ayuda de un robot para realizar esta operación.



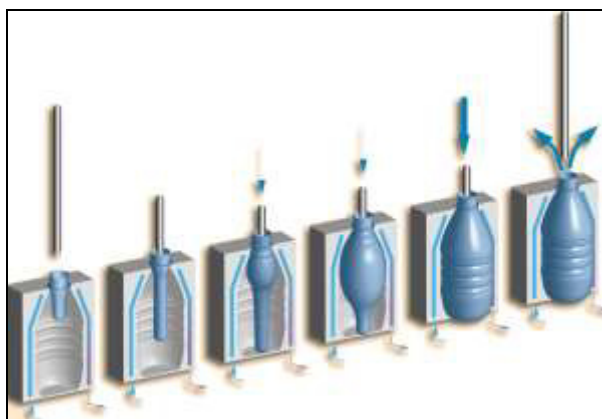
**FIGURA 1.10 MOLDE DE INYECCIÓN**

#### **1.1.4 Descripción del proceso de Soplado**

El polímero de PET puede ser procesado en botella mediante un proceso llamado biorientación de preformas, las cuales son moldeadas en equipos de inyección, tal como describimos en el punto 1.1.2 de este estudio. Estas preformas pasan luego por un proceso de soplado el cual inicia con el ingreso de las cajas de preformas al área de soplado y termina con la entrega de botellas en pallets o bultos claramente identificadas.

1. Las cajas de preformas son transportadas por medio de montacargas hasta la tolva de alimentación que poseen cada una de las máquinas sopladoras, la misma que tiene una altura aproximada de 2,2 metros.

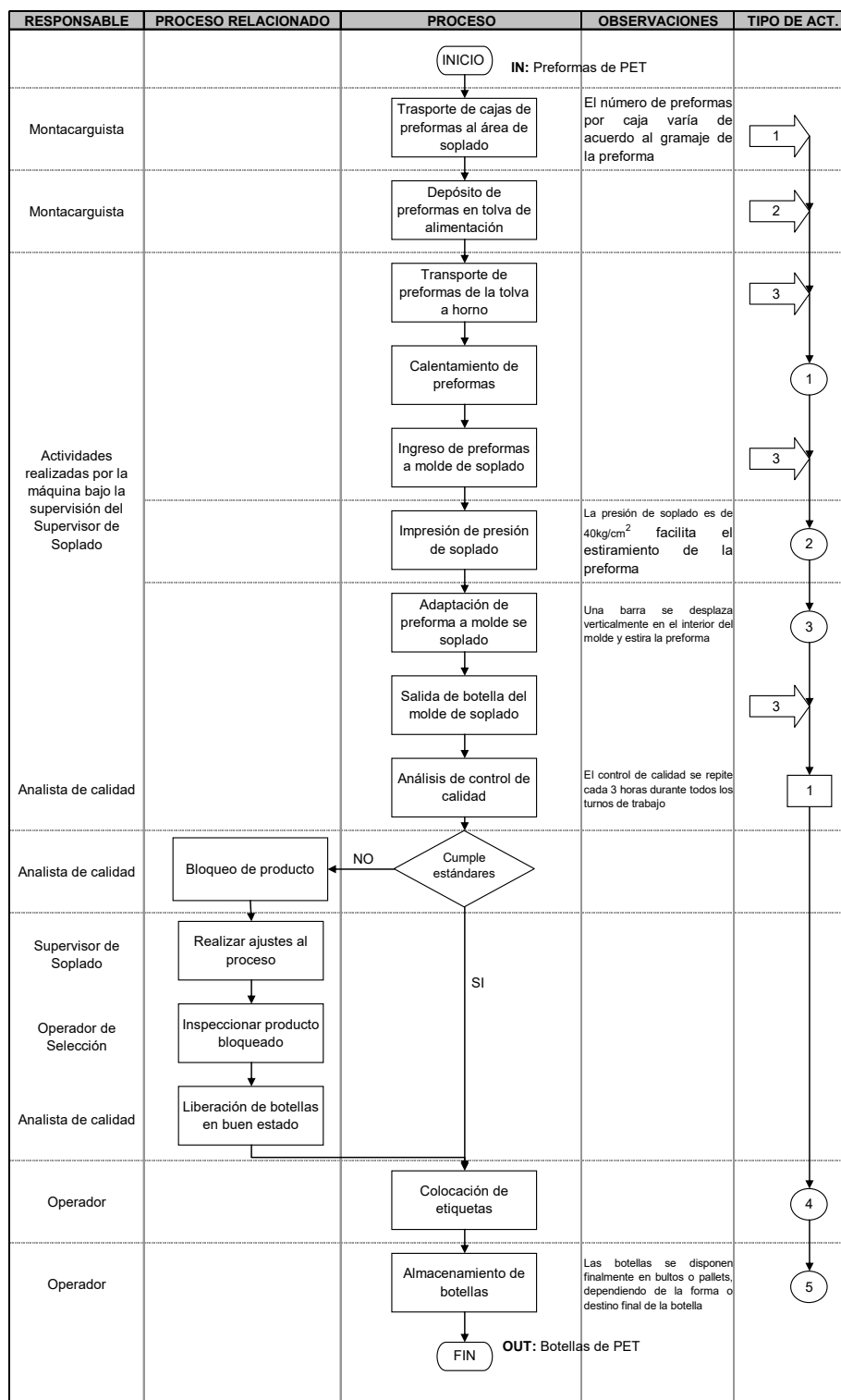
2. Las preformas pasan una a una a través de la banda que une a la tolva con el horno de la máquina sopladora.
3. En el horno las preformas son calentadas por irradiación por un juego de lámparas incandescentes de argón que calientan las preformas a temperaturas entre los 95° C y 105° C, esto permite que el material se vuelva deformable.
4. En ese estado las preformas entran a los moldes, donde mediante una presión de aire de 40 Kg./cm<sup>2</sup> copian la forma del molde, obteniéndose el envase deseado.
5. Los envases salen por una banda transportadora o muelle de salida, lo cual depende del equipo de soplado, en algunos equipos de soplado el proceso culmina cuando los operadores toman las botellas y arman los bultos y en otros equipos las botellas pasan por una banda transportadora a través de las máquinas etiquetadoras donde se les coloca la etiqueta, estos envases se almacenan en pallets.



**FIGURA 1.11 SOPLADO DE BOTELLAS**

Al igual que en el proceso de inyección, el control de calidad se realiza al pie de la línea de soplado una vez que salen las botellas, se toma una muestra cuyo tamaño depende del número de moldes que tiene la sopladora (2, 4 o 6 moldes) y en el laboratorio de calidad se realizan las pruebas de control de dimensiones, distribución homogénea del material, etc., y como se realiza en los controles de inyección, si se detecta algún defecto en el producto se bloquea la producción hasta que se corrigen los problemas en la máquina, se inspecciona el producto retenido o HFI y se separan las botellas buenas de las defectuosas las cuales se envían al desperdicio (scrap).





**FIGURA 1.12 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BOTELLAS**

El área física donde se desarrollan las actividades de soplado se puede observar en el plano 2.

### 1.1.5 Descripción del equipo de Soplado

En la planta matriz se cuenta con 6 líneas de soplado constituidas por equipos de dos marcas diferentes, las mismas que tienen diferentes números de moldes y cadencias (velocidad de soplado), la cadencia varía respecto al tamaño del envase que se está soplando, tal como se indica en la tabla a continuación:

**TABLA 1.3**  
**CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN POR ÍTEM DE LAS**  
**SOPLADORAS**

| LÍNEAS                | ÍTEM.  | STD Diario |
|-----------------------|--------|------------|
| SOPLADORA 1           | 250cc  | 201.600    |
|                       | 500cc  | 201.600    |
|                       | 625cc  | 201.600    |
|                       | 2000cc | 168.000    |
|                       | 2250cc | 168.000    |
|                       | 3000cc | 156.000    |
| SOPLADORA 2           | 250cc  | 218.400    |
|                       | 500cc  | 218.400    |
|                       | 625cc  | 218.400    |
|                       | 2000cc | 192.000    |
|                       | 2250cc | 192.000    |
|                       | 3000cc | 156.000    |
| SOPLADORA 3           | 3000cc | 38.400     |
| SOPLADORAS<br>4-5-6-7 | 250cc  | 48.000     |
|                       | 350cc  | 48.000     |
|                       | 500cc  | 48.000     |
|                       | 600cc  | 48.000     |
|                       | 2000cc | 39.600     |
|                       | 2250cc | 39.600     |
|                       | 2500cc | 39.600     |

## **1.2. Justificación del área de estudio**

Como se mencionó antes, la empresa donde se realiza el estudio cuenta con dos grandes áreas de producción cada una de las cuales tiene diferentes líneas de producción definidas por las distintas máquinas y que dan lugar a toda la gama de productos que al final la empresa comercializa.

Este estudio tiene como objetivo plantear un plan de mejoras que permita incrementar los índices de producción y disminuir los costos de operación en el área de la empresa que presente mayores problemas y cuya mejora represente un mayor impacto desde el punto de vista económico y estratégico. Para cumplir con el objetivo es necesario determinar los criterios de selección que permitan identificar y reducir los problemas más incidentes en el área seleccionada, para luego proponer las mejoras.

Para establecer el área que presenta mayores problemas se seleccionaron los indicadores con los que mes a mes la empresa reporta los resultados de producción de todos sus procesos (inyección y soplado), estos indicadores permitirán tener una visión general de cual de las dos áreas presenta resultados más bajos y merece especial atención.

Los indicadores que servirán para establecer los criterios de decisión son:

- Niveles de Producción
- Eficiencia de Manufactura
- Scrap
- HFI

Se considerará los niveles globales de estos indicadores de los dos procesos obtenidos durante el año 2.006 del que se tiene información completa y detallada proporcionada por el departamento de producción de la empresa y se realizará la comparación de los niveles de estos indicadores en ambos procesos.

#### **a) Niveles de Producción**

El nivel de producción permite identificar cual de las dos áreas de producción procesa el mayor número de unidades de producto terminado o su equivalente en kilogramos de resina procesados durante el año 2.006.

Según información obtenida de los reportes de producción del periodo 2.006 el área con el nivel de producción más elevado es

el área de inyección, en la que se produjeron 330 millones de unidades de preformas disponibles para la venta o consumo en el proceso de soplado, mientras que en el área de inyección se produjeron en el mismo periodo 103 millones de unidades de botellas, la tercera parte de lo procesado en el área de inyección.

**TABLA 1.4**  
**COMPARACIÓN NIVELES DE PRODUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE**  
**INYECCIÓN Y SOPLADOS AÑO 2.006**

| MES          | INYECCIÓN          |                   | SOPLADO            |                  |
|--------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|
|              | Unidades           | Kilogramos        | Unidades           | Kilogramos       |
| ene-06       | 24.971.901         | 1.089.535         | 9.862.989          | 295.879          |
| feb-06       | 23.154.205         | 904.494           | 9.909.626          | 300.435          |
| mar-06       | 23.191.857         | 962.114           | 9.307.053          | 280.422          |
| abr-06       | 26.850.670         | 1.132.226         | 7.859.703          | 202.806          |
| may-06       | 30.072.348         | 1.217.225         | 8.853.000          | 242.369          |
| jun-06       | 24.826.676         | 1.035.481         | 8.476.484          | 211.491          |
| jul-06       | 26.349.241         | 1.081.207         | 7.717.778          | 184.958          |
| ago-06       | 26.249.279         | 1.202.444         | 7.792.784          | 178.344          |
| sep-06       | 29.784.805         | 1.212.708         | 7.877.146          | 189.076          |
| oct-06       | 28.575.799         | 1.169.632         | 7.970.970          | 178.238          |
| nov-06       | 32.323.807         | 1.272.921         | 9.196.291          | 228.473          |
| dic-06       | 33.733.079         | 1.263.286         | 8.588.540          | 198.600          |
| <b>Total</b> | <b>330.083.667</b> | <b>13.543.274</b> | <b>103.412.364</b> | <b>2.691.092</b> |

El 100% de las ventas totales de la empresa se originan en el área de inyección, pues la materia prima del proceso de soplado la constituye las preformas, en el año 2.006 la empresa sopló únicamente el 31% de las preformas producidas en inyección, el 69% restante se distribuyó como ventas directas de preformas o botellas producidas en el área de soplado.

### b) Eficiencia de Producción

Es la relación entre la producción real y la producción estándar (descontando el tiempo de paralizaciones planificadas, dentro de un periodo de tiempo determinado).

De acuerdo con los reportes de producción del año 2.006 la eficiencia de manufactura de los dos procesos se mantiene en niveles relativamente similares, tal como se muestra en la tabla a continuación:

**TABLA 1.5**  
**COMPARACIÓN EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN DE LOS**  
**PROCESOS DE INYECCIÓN Y SOPLADO AÑO 2.006**

| MES                   | INYECCIÓN  | SOPLADO    |
|-----------------------|------------|------------|
| ene-06                | 70%        | 68%        |
| feb-06                | 63%        | 74%        |
| mar-06                | 56%        | 78%        |
| abr-06                | 69%        | 76%        |
| may-06                | 76%        | 81%        |
| jun-06                | 62%        | 73%        |
| jul-06                | 76%        | 81%        |
| ago-06                | 82%        | 80%        |
| sep-06                | 79%        | 79%        |
| oct-06                | 75%        | 77%        |
| nov-06                | 79%        | 78%        |
| dic-06                | 82%        | 74%        |
| <b>Promedio Anual</b> | <b>72%</b> | <b>76%</b> |
| <b>Mín</b>            | <b>56%</b> | <b>68%</b> |
| <b>Máx</b>            | <b>82%</b> | <b>81%</b> |

Con estos resultados no se puede establecer una diferencia significativa entre los dos procesos, aun cuando el proceso de inyección tiene una eficiencia de producción que está 4

puntos por debajo de la eficiencia del proceso de soplado, para una decisión más fiable es preciso evaluar los demás indicadores.

### **c) Producto Retenido para Inspección (HFI)**

En los procesos de inyección y soplado se generan productos que necesitan pasar por procesos de revisión exhaustivos debido a que durante las inspecciones de calidad se detectó algún tipo de irregularidad que hace que el producto no esté apto para la venta o para continuar en el proceso de soplado (para el caso de preformas), estos artículos son calificados como HFI, siglas en inglés que significan hold for inspection o retenido para inspección en español, los artículos que adquieren esta calificación son separados por el personal de calidad y sometidos a inspecciones para seleccionar las piezas sin defectos, lo cual incrementa el tiempo de producción de las piezas retenidas y generalmente un buen número de HFI no pasan los controles y deben ser enviadas al desperdicio.

Los datos obtenidos de los reportes de producción del año 2.006 demuestran que el 94% del total del HFI es generado

en el proceso de Inyección contra un 6% del proceso de Soplado, tal como se muestra en la tabla a continuación:

**TABLA 1.6**  
**COMPARACIÓN NIVELES DE HFI DE LOS PROCESOS DE INYECCIÓN Y SOPLADO**

| MES          | INYECCIÓN         |            | SOPLADO        |           | TOTAL             |               |
|--------------|-------------------|------------|----------------|-----------|-------------------|---------------|
|              | Unidades          | % HFI      | Unidades       | % HFI     | Unidades          | % HFI         |
| ene-06       | 895.132           | 94,2%      | 54.861         | 5,8%      | 949.993           | 100,0%        |
| feb-06       | 478.502           | 93,5%      | 33.150         | 6,5%      | 511.652           | 100,0%        |
| mar-06       | 502.641           | 92,6%      | 40.224         | 7,4%      | 542.865           | 100,0%        |
| abr-06       | 616.708           | 94,8%      | 33.873         | 5,2%      | 650.581           | 100,0%        |
| may-06       | 610.002           | 97,7%      | 14.560         | 2,3%      | 624.562           | 100,0%        |
| jun-06       | 1.236.409         | 83,5%      | 244.013        | 16,5%     | 1.480.422         | 100,0%        |
| jul-06       | 682.703           | 94,5%      | 39.930         | 5,5%      | 722.633           | 100,0%        |
| ago-06       | 529.480           | 99,8%      | 1.250          | 0,2%      | 530.730           | 100,0%        |
| sep-06       | 966.815           | 94,4%      | 57.300         | 5,6%      | 1.024.115         | 100,0%        |
| oct-06       | 1.381.916         | 99,8%      | 3.360          | 0,2%      | 1.385.276         | 100,0%        |
| nov-06       | 1.205.373         | 94,0%      | 76.599         | 6,0%      | 1.281.972         | 100,0%        |
| dic-06       | 901.708           | 99,3%      | 6.144          | 0,7%      | 907.852           | 100,0%        |
| <b>Total</b> | <b>10.007.463</b> | <b>94%</b> | <b>605.264</b> | <b>6%</b> | <b>10.512.727</b> | <b>100,0%</b> |

La amplia diferencia se debe básicamente a que los ciclos o velocidades de producción de los equipos de inyección superan en gran medida a las máquinas de soplado, con lo que se producen más unidades de preformas por horas que de botellas lo cual se traduce en un mayor número de HFI cuando los procesos arrancan de manera irregular o sufren alguna alteración durante la producción que afecta el producto final.

#### **d) Scrap**

Se refiere al producto no conforme o que calidad ha rechazado por no cumplir con los parámetros establecidos, al producto que



se rechazó por parte del cliente, o las preformas o botellas que se lastimaron en el almacén de producto terminado, a las purgas durante arranques o cambios de color, etc. El scrap representa el nivel de desperdicio, en kilogramos de resina, generado durante el proceso de producción. De acuerdo con los reportes de producción del año 2.006 el mayor porcentaje de scrap se genera en el área de inyección, tal como se muestra en la tabla a continuación:

**TABLA 1.7**  
**COMPARACIÓN NIVELES DE SCRAP DE LOS PROCESOS DE**  
**INYECCIÓN Y SOPLADO**

| MES          | INYECCIÓN      |            | SOPLADO       |            | TOTAL          |               |
|--------------|----------------|------------|---------------|------------|----------------|---------------|
|              | Unidades       | % HFI      | Unidades      | % HFI      | Unidades       | % HFI         |
| ene-06       | 20.733         | 81%        | 4.983         | 19%        | 25.716         | 100,0%        |
| feb-06       | 15.233         | 77%        | 4.527         | 23%        | 19.760         | 100,0%        |
| mar-06       | 17.750         | 80%        | 4.332         | 20%        | 22.082         | 100,0%        |
| abr-06       | 17.905         | 81%        | 4.065         | 19%        | 21.970         | 100,0%        |
| may-06       | 19.765         | 85%        | 3.506         | 15%        | 23.271         | 100,0%        |
| jun-06       | 25.132         | 85%        | 4.289         | 15%        | 29.421         | 100,0%        |
| jul-06       | 17.672         | 84%        | 3.427         | 16%        | 21.099         | 100,0%        |
| ago-06       | 11.605         | 80%        | 2.884         | 20%        | 14.489         | 100,0%        |
| sep-06       | 13.612         | 79%        | 3.602         | 21%        | 17.214         | 100,0%        |
| oct-06       | 10.742         | 78%        | 3.076         | 22%        | 13.818         | 100,0%        |
| nov-06       | 14.543         | 77%        | 4.300         | 23%        | 18.843         | 100,0%        |
| dic-06       | 15.656         | 75%        | 5.127         | 25%        | 20.783         | 100,0%        |
| <b>Total</b> | <b>200.348</b> | <b>81%</b> | <b>48.118</b> | <b>19%</b> | <b>248.466</b> | <b>100,0%</b> |

En el año 2.006 la planta generó 248Ton de scrap, de estas el 81% se originaron en el área de inyección, generalmente la principal causa del scrap es la calibración de equipos durante al arranque del proceso, las máquinas de inyección producen mayor cantidad de unidades por hora lo que hace que durante los procesos de arranque el número de unidades no aptas para

continuar el proceso productivo en el área de inyección sean mayores que las que se producen durante el arranque de las máquinas de soplado, las cuales tienen moldes de 2 a 6 cavidades lo que facilita el control de las unidades defectuosas durante el arranque y también facilita la estabilización del proceso.

Después de haber representado los resultados anuales de los indicadores establecidos como base para tomar una decisión sobre el área a analizar tenemos el siguiente resultado global:

**TABLA 1.8 COMPARACIÓN NIVELES INDICADORES GENERALES PROCESOS DE INYECCIÓN Y SOPLADOS**

| INDICADOR           | INYECCIÓN | SOPLADO |
|---------------------|-----------|---------|
| NIVEL DE PRODUCCIÓN | 76%       | 24%     |
| NIVEL DE SCRAP      | 81%       | 19%     |
| NIVEL DE HFI        | 94%       | 6%      |

A los valores indicados en la tabla anterior se agrega la diferencia entre la Eficiencia de Producción de Inyección de 74% contra un 76% del área de Soplado, de estos resultados se puede determinar claramente que el área con mayores deficiencias, sean estas, por elevados niveles de scarp o HFI, eficiencias y mayor nivel de producción es el área de Inyección, razón por la cual se ha seleccionado esta área para el desarrollo de este proyecto con miras a fortalecerla.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA SELECCIONADA**

Después de haber determinado que el área de inyección es el eje fundamental de la empresa y cuyo adecuado funcionamiento incide directamente en el área de soplado y por tanto en los resultados globales de la empresa y considerando que los indicadores analizados en el capítulo 1 demostraron la existencia de problemas de eficiencias, niveles elevados de desperdicio y reproceso de productos, es necesario proceder a realizar un diagnóstico de la situación en la que se encuentra esta operación para poder establecer los puntos a través de los cuales se pueden obtener beneficios.

El objetivo de este trabajo es analizar los problemas de esta área con el fin de proponer mejoras a las operaciones para elevar la productividad, disminuir los niveles de desperdicio y costos de producción. Con este propósito se deben establecer los criterios que

más adelante nos sirvan de apoyo para el planteamiento de las propuestas de mejora en el área de inyección.

### 2.1. Análisis de la situación actual.

Como se indicó en el capítulo 1 el área de inyección cuenta con 7 líneas de producción, cada una de las cuales produce una gama de productos que varía por el peso o gramaje de la preforma y el color. Estas líneas están constituidas por equipos principales y equipos auxiliares, los mismos que se detallan a continuación:

- Equipo principal: Máquinas Inyectoras (7).
- Equipos auxiliares:
  - **Silo Secador:** Es un depósito en el que se almacena la resina que alimenta a las máquinas inyectoras durante el proceso de inyección, se le emplea para extraer la humedad de la resina.
  - **Deshumificador:** Empleado para controlar las condiciones termodinámicas del aire que rodea el molde de inyección, es decir, controlar la temperatura de rocío con el fin de evitar condensación en las paredes del molde y en el interior del cavity.

- **Chillers:** Es una unidad de enfriamiento en circuito cerrado que extrae el calor del molde de inyección a través del enfriamiento del agua de recirculación.
- **Torres de enfriamiento:** Empleadas para extraer el calor del agua que circula por los chillers y por el sistema de enfriamiento de moldes de la inyectora.
- **Dosificador de pigmento:** Equipo empleado para inyectar el pigmento o colorante a la colada de resina antes de entrar en el molde de inyección.

Los indicadores de productividad en inyección describen el rendimiento de cada una de estas líneas y servirán de base para medir el funcionamiento actual de esta área. En la empresa donde se realiza este análisis se cuenta con información de los principales indicadores de producción del año 2.006, estos indicadores son:

- **Niveles de Producción:** Se refiere a la cantidad en unidades de preformas producidas por mes en cada línea, detallados por gramajes.
- **Eficiencia de Producción o Manufactura:** Es la relación entre la producción real y la producción estándar (descontando el tiempo de paralizaciones planificadas, dentro de un periodo de tiempo).

- **Scrap:** Es el porcentaje de preformas perdidas durante el periodo de producción, generado en el proceso, devoluciones de clientes, pruebas de laboratorio y clasificado interno.

Cabe destacar que estos términos son utilizados en todas las plantas de la región que forman parte de la multinacional y son los indicadores bajo los cuales se evalúa el rendimiento de una sección productiva en cada planta de un determinado país. Además para este estudio se ha considerado como punto de medición el consumo de material de empaque.

- **Nivel de consumo de material de empaque:** Se refiere a la cantidad de insumos (cartón, zunchos, grapas, stretch film, canutos, pallets y plástico interior) requeridos para la conformación de las cajas donde se almacena el producto terminado y cuya inversión no es recuperable una vez que el producto es entregado al consumidor final.

Si bien el consumo de material de empaque no forma parte de los indicadores que reporta la empresa a la multinacional puede servir como punto referencia para cuantificar uno de los gastos mensuales más recurrente y fuerte que actualmente costea la empresa.

### **2.1.1. Niveles de producción actuales.**

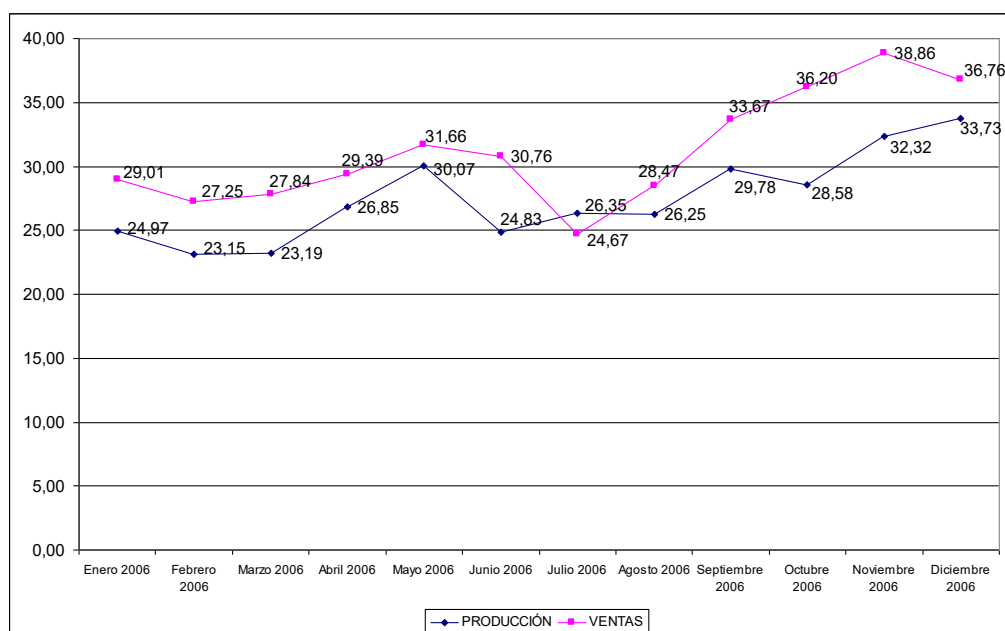
Las ventas de la empresa dependen directamente de los resultados obtenidos en el área de producción, pues los ítems comercializados, preformas y botellas tienen su origen en esta área. La empresa cuenta con una cartera de clientes fijos de los cuales al inicio de cada mes el área comercial pasa el requerimiento de envases y preformas al área de producción para su elaboración.

Como se puede ver en la tabla 2.1 durante el año 2.006 las ventas totales reportadas por el departamento comercial de la empresa superaron a la producción total de inyección en un 13%, es decir 44,45 millones de unidades por encima del total producido en el mismo periodo.

Para cubrir la totalidad de la demanda de los clientes locales la empresa debió recurrir a la importación de preformas, estas preformas deben ser empleadas para la producción de envases, debido a que la política de la empresa prohíbe importar preformas para su venta directa.

**TABLA 2.1**  
**PRODUCCIÓN DE INYECCIÓN VS. VENTAS TOTALES EN MILLONES**

| Mes             | PRODUCCIÓN    | VENTAS        |
|-----------------|---------------|---------------|
| Enero 2006      | 24,97         | 29,01         |
| Febrero 2006    | 23,15         | 27,25         |
| Marzo 2006      | 23,19         | 27,84         |
| Abril 2006      | 26,85         | 29,39         |
| Mayo 2006       | 30,07         | 31,66         |
| Junio 2006      | 24,83         | 30,76         |
| Julio 2006      | 26,35         | 24,67         |
| Agosto 2006     | 26,25         | 28,47         |
| Septiembre 2006 | 29,78         | 33,67         |
| Octubre 2006    | 28,58         | 36,20         |
| Noviembre 2006  | 32,32         | 38,86         |
| Diciembre 2006  | 33,73         | 36,76         |
| <b>Total</b>    | <b>330,08</b> | <b>374,53</b> |



**FIGURA 2.1 PRODUCCIÓN Y VENTAS AÑO 2.006**



Es importante recalcar que la producción de inyección tiene como objetivo satisfacer la demanda de los clientes locales y también se espera a futuro incrementar la producción para realizar exportaciones y satisfacer la demanda del mercados como el venezolano que tienen una alta demanda de formatos como 22gr, 44gr, 60gr y 89gr y cuya venta en el exterior aporta mayor valor que la venta local pues la ganancia obtenida con las exportaciones es mayor.

En la tabla 2.2 se detalla el resumen global de los niveles de producción comparada con la capacidad de producción estándar y la producción real.

**TABLA 2.2**  
**NIVELES DE PRODUCCIÓN**  
**EN MILLONES DE PREFORMAS POR AÑO**

| Mes          | Capacidad Estándar | Producción Actual |
|--------------|--------------------|-------------------|
| ene-06       | 37,91              | 24,97             |
| feb-06       | 36,68              | 23,15             |
| mar-06       | 41,36              | 23,19             |
| abr-06       | 38,84              | 26,85             |
| may-06       | 39,83              | 30,07             |
| jun-06       | 39,83              | 24,83             |
| jul-06       | 34,87              | 26,35             |
| ago-06       | 31,91              | 26,25             |
| sep-06       | 37,57              | 29,78             |
| oct-06       | 38,09              | 28,58             |
| nov-06       | 41,17              | 32,32             |
| dic-06       | 40,90              | 33,73             |
| <b>Total</b> | <b>458,96</b>      | <b>330,08</b>     |

De acuerdo con la información de la tabla 2.2 en el año 2.006 la producción real del área de inyección representó solamente el 72% de la capacidad estándar de la planta. Considerando la capacidad estándar y el nivel de venta total de todo el periodo (tabla 2.1), la empresa tenía la capacidad estándar suficiente para cubrir la totalidad de su demanda con producción local, sin embargo, debido a niveles de producción significativamente bajos respecto al estándar esto no se pudo lograr.

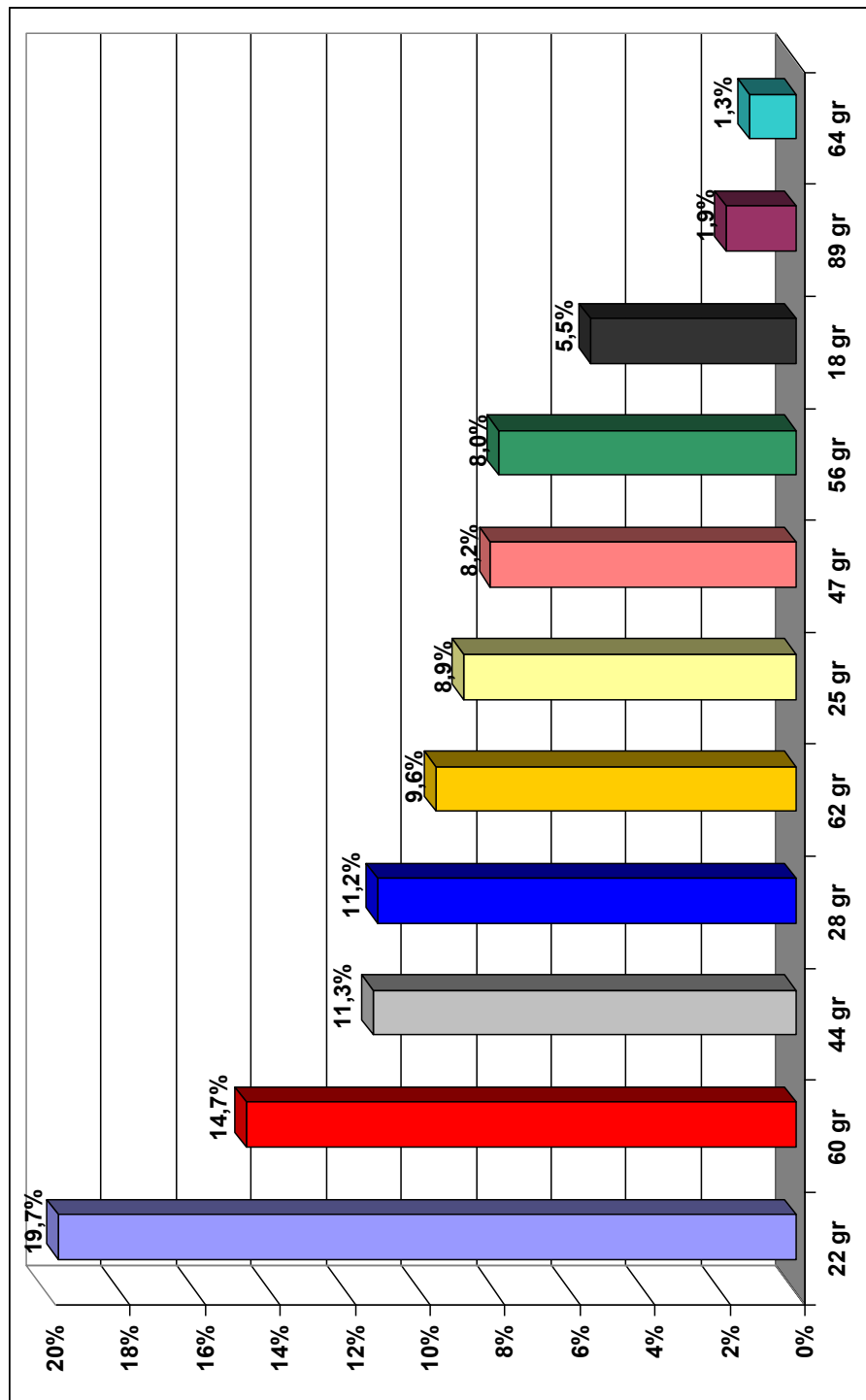
También se tiene información respecto a los niveles de producción por cada una de las líneas de inyección y por cada formato que se produjo en el área de inyección durante el año 2.006, todos estos datos se presentan en las tablas 2.3 y 2.4 respectivamente.

**TABLA 2.3 NIVELES DE PRODUCCIÓN POR  
LÍNEA AÑO 2006**

| Mes          | LÍNEA        |              |              |              |              |              |              | TOTAL         |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            |               |
| ene-06       | 2,47         | 3,26         | 4,24         | 2,49         | 3,20         | 4,21         | 5,11         | <b>24,97</b>  |
| feb-06       | 0,29         | 3,94         | 4,79         | 2,38         | 3,82         | 3,73         | 4,20         | <b>23,15</b>  |
| mar-06       | 2,04         | 4,56         | 3,28         | 2,92         | 2,42         | 4,17         | 3,82         | <b>23,19</b>  |
| abr-06       | 5,24         | 3,73         | 4,89         | 1,73         | 3,86         | 4,15         | 3,27         | <b>26,85</b>  |
| may-06       | 6,97         | 4,13         | 5,33         | 3,30         | 2,59         | 4,86         | 2,89         | <b>30,07</b>  |
| jun-06       | 5,59         | 3,09         | 3,84         | 3,20         | 1,18         | 5,06         | 2,87         | <b>24,83</b>  |
| jul-06       | 6,55         | 3,39         | 2,92         | 2,96         | 3,48         | 3,73         | 3,33         | <b>26,35</b>  |
| ago-06       | 3,77         | 3,73         | 4,75         | 3,13         | 3,15         | 3,90         | 3,81         | <b>26,25</b>  |
| sep-06       | 4,49         | 4,41         | 5,34         | 3,16         | 3,84         | 3,74         | 4,81         | <b>29,78</b>  |
| oct-06       | 3,27         | 4,10         | 5,50         | 3,72         | 4,02         | 2,51         | 5,46         | <b>28,58</b>  |
| nov-06       | 6,26         | 3,99         | 5,25         | 3,61         | 4,23         | 4,36         | 4,62         | <b>32,32</b>  |
| dic-06       | 6,59         | 3,89         | 5,22         | 3,31         | 4,31         | 4,06         | 6,35         | <b>33,73</b>  |
| <b>Total</b> | <b>53,52</b> | <b>46,20</b> | <b>55,33</b> | <b>35,90</b> | <b>40,10</b> | <b>48,49</b> | <b>50,55</b> | <b>330,08</b> |
| <b>%</b>     | <b>16%</b>   | <b>14%</b>   | <b>17%</b>   | <b>11%</b>   | <b>12%</b>   | <b>15%</b>   | <b>15%</b>   | <b>100%</b>   |

**TABLA 2.4 NIVELES DE PRODUCCIÓN POR ORMATO  
AÑO 2006**

| Mes    | FORMATO |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | TOTAL  |
|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|        | 18 gr   | 22 gr | 25 gr | 28 gr | 44 gr | 47 gr | 56 gr | 60 gr | 62 gr | 64 gr | 89 gr |        |
| ene-06 | 1,60    | 2,47  | 2,65  | 4,14  | -     | 2,26  | 1,98  | 4,21  | 3,20  | 2,47  | -     | 24,97  |
| feb-06 | 1,91    | 4,20  | 4,06  | 0,78  | -     | 5,32  | 1,86  | 3,73  | 1,02  | 0,29  | -     | 23,15  |
| mar-06 | 1,79    | 3,82  | 1,58  | 3,10  | 0,22  | 3,06  | 2,92  | 6,21  | 0,51  | -     | -     | 23,19  |
| abr-06 | 2,47    | 4,67  | 1,63  | 2,55  | -     | 4,89  | 1,73  | 5,36  | 2,91  | 0,41  | 0,23  | 26,85  |
| may-06 | 0,77    | 7,33  | 3,20  | 4,24  | -     | 5,33  | 3,30  | 1,68  | 1,52  | 0,98  | 1,72  | 30,07  |
| jun-06 | 2,36    | 3,03  | 2,10  | 3,54  | 1,24  | 2,59  | 0,84  | 6,01  | 3,09  | -     | 0,02  | 24,83  |
| jul-06 | 2,12    | 5,77  | 1,72  | 3,49  | 2,92  | 0,00  | 2,94  | 2,64  | 3,39  | 0,00  | 1,35  | 26,35  |
| ago-06 | 0,11    | 4,62  | 1,38  | 3,15  | 3,79  | 0,96  | 3,13  | 3,90  | 3,73  | 0,00  | 1,47  | 26,25  |
| sep-06 | 1,89    | 4,30  | 2,45  | 3,84  | 6,14  | 2,50  | 3,16  | 3,74  | 1,11  | 0,00  | 0,65  | 29,78  |
| oct-06 | 1,93    | 8,06  | 1,44  | 0,65  | 7,72  | 0,00  | 2,21  | 2,51  | 3,38  | 0,00  | 0,67  | 28,58  |
| nov-06 | 0,03    | 8,85  | 2,00  | 4,19  | 7,51  | 0,00  | 1,35  | 4,36  | 3,99  | 0,00  | 0,05  | 32,32  |
| dic-06 | 1,12    | 7,88  | 5,06  | 3,19  | 7,71  | 0,00  | 0,83  | 4,06  | 3,89  | 0,00  | 0,00  | 33,73  |
| Total  | 18,10   | 65,00 | 29,27 | 36,86 | 37,25 | 26,91 | 26,24 | 48,41 | 31,73 | 4,15  | 6,16  | 330,08 |
| %      | 5%      | 20%   | 9%    | 11%   | 11%   | 8%    | 8%    | 15%   | 10%   | 1%    | 2%    | 100%   |



**FIGURA 2.2 PRODUCCIÓN POR FORMATO EXPRESADA EN PORCENTAJE RESPECTO DEL TOTAL AÑO 2006**

En el periodo 2.006, la producción real estuvo un 39% por debajo de la capacidad de producción estándar de los equipos de inyección, lo cual afectó directamente a los niveles de ventas en el mismo periodo, pues aunque estos siempre estuvieron por encima de las producciones, la empresa se vio obligada a importar para cubrir la demanda que no se pudo satisfacer con la producción local.

Además al final de las tablas mostradas se puede establecer cuales son las máquinas cuyo porcentaje de producción es considerablemente mayor respecto a las demás, en este caso las máquinas que representan el mayor porcentaje de producción son las Inyectora 3 e Inyectora 1 con 17% y 16% de participación en la producción total durante ese periodo, estas máquinas se emplean para producir los siguientes formatos:

- **Inyectora 3:** 28, 44 y 47
- **Inyectora 1:** 18, 22 y 60

Los formatos producidos por estas máquinas son los que ocupan los primeros 5 puestos respecto al porcentaje de producción dentro del periodo, siendo la preforma de 22gr la de mayor participación con un 19,7% sobre el total, este formato tiene una alta rotación pues se emplea para la producción dentro de la empresa de envases de 500ml y 625ml de agua y algunas bebidas de

consumo usual muy bien posicionadas en el mercado local, así como para la venta y la exportación.

Es importante indicar que en la actualidad los formatos de 47gr y 64gr han sido discontinuados y en su lugar se ha reforzado la producción de los formatos de 44gr y 62gr, pues estos se emplean para la producción de los mismos envases con un menor costo siguiendo con la política de Lightweighting o aligeramiento de la empresa, beneficiando al cliente que paga menos por una preforma de menor gramaje que le presta los mismos beneficios que la preforma de mayor gramaje.

Cerca del 90% de la producción de la preforma de 60gr se emplea para la venta, el 10% restante se sopla en la empresa y se vende como botellas de 3.000ml.

La producción de las preformas de 28gr se vende enteramente como preforma a un único cliente, este cliente la emplea para producir botellas para agua con gas y gaseosas de 500ml y 625ml.

En el 2.006 se exportó el 85% de la preforma de 89gr al mercado venezolano, esta preforma se emplea para producir galones para agua de 5.000ml, localmente la empresa cuenta con un único cliente para esta

preforma, sin embargo, el área comercial de la empresa considera que este es uno de los gramajes con mayor expectativas de crecimiento local debido al incremento del mercado del agua embotellada en los últimos años y se apunta a reforzar la producción de este gramaje y captar así la cuenta de una importante empresa local de aguas embotelladas

### **2.1.2. Niveles de scrap actual.**

El scrap o desperdicio representa uno de los factores más negativos en cualquier proceso productivo siendo este, sino difícil, casi imposible de eliminar por completo, debido a que su presencia en el área de inyección puede tener diversos orígenes, tales como: arranque de máquinas, calibración de equipos, limpieza del tornillo extrusor cuando se ha inyectado un pigmento cualquiera, fallas de calidad en el producto, etc. La búsqueda de propuestas para reducirlo deben partir primero identificando cual es el scrap que representa mayor perjuicio desde el punto de vista de los costos, y luego tratar que este sea mínimo, eliminarlo, o buscarle alguna utilidad práctica o económica en el proceso.

En la tabla 2.5 se exponen en forma ordenada los niveles de desperdicio de cada una de las líneas de inyección obtenidos el año 2.006, estos niveles están expresados en porcentaje respecto a la producción de esa línea durante ese período de tiempo.



**TABLA 2.5 PORCENTAJE DE SCRAP POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN AÑO 2006**

| Mes             | LÍNEA        |              |              |              |              |              |              | TOTAL            |                  |              |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|------------------|--------------|
|                 | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | Scrap resin (tn) | Good resin (tn)  | % Scrap Mes  |
| Enero 2006      | 2,94         | 3,27         | 2,59         | 4,48         | 3,73         | 1,38         | 2,35         | 20,73            | 1.089,53         | <b>1,87%</b> |
| Febrero 2006    | 1,20         | 1,12         | 2,34         | 5,74         | 1,19         | 2,79         | 0,86         | 15,23            | 904,49           | <b>1,66%</b> |
| Marzo 2006      | 4,45         | 1,88         | 2,92         | 3,95         | 1,05         | 1,57         | 1,92         | 17,75            | 962,11           | <b>1,81%</b> |
| Abril 2006      | 5,46         | 1,95         | 1,75         | 1,19         | 1,68         | 1,24         | 4,64         | 17,90            | 1.132,23         | <b>1,56%</b> |
| Mayo 2006       | 5,46         | 2,21         | 1,42         | 2,59         | 2,57         | 2,15         | 3,36         | 19,77            | 1.217,23         | <b>1,60%</b> |
| Junio 2006      | 7,08         | 3,45         | 2,50         | 2,68         | 1,35         | 2,07         | 6,00         | 25,13            | 1.060,61         | <b>2,31%</b> |
| Julio 2006      | 3,64         | 1,43         | 2,82         | 3,51         | 0,84         | 2,24         | 3,19         | 17,67            | 1.098,88         | <b>1,58%</b> |
| Agosto 2006     | 0,94         | 1,23         | 1,93         | 3,08         | 1,10         | 1,04         | 2,28         | 11,61            | 1.214,05         | <b>0,95%</b> |
| Septiembre 2006 | 1,78         | 1,27         | 1,13         | 3,42         | 1,51         | 1,94         | 2,56         | 13,61            | 1.226,32         | <b>1,10%</b> |
| Octubre 2006    | 2,63         | 1,02         | 1,04         | 0,90         | 1,52         | 1,77         | 1,87         | 10,74            | 1.180,37         | <b>0,90%</b> |
| Noviembre 2006  | 4,03         | 1,01         | 1,43         | 2,39         | 1,43         | 1,01         | 3,24         | 14,54            | 1.287,46         | <b>1,12%</b> |
| Diciembre 2006  | 5,34         | 1,50         | 1,56         | 3,64         | 0,74         | 1,26         | 1,61         | 15,66            | 1.278,94         | <b>1,21%</b> |
| <b>Total</b>    | <b>44,95</b> | <b>21,35</b> | <b>23,42</b> | <b>37,58</b> | <b>18,71</b> | <b>20,47</b> | <b>33,87</b> | <b>200,35</b>    | <b>13.652,24</b> | <b>1,45%</b> |

|                      |            |            |            |            |           |            |            |             |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|-------------|
| <b>% Scrap Línea</b> | <b>22%</b> | <b>11%</b> | <b>12%</b> | <b>19%</b> | <b>9%</b> | <b>10%</b> | <b>17%</b> | <b>100%</b> |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|-------------|

Los resultados demuestran que la línea de producción con un mayor índice de scrap total en el periodo 2.006 fue la línea de Inyectora 1 con el 22% seguido de cerca por la línea Inyectora 4 con 19% y Inyectora 7 con 17%, de acuerdo con información histórica del área de producción de la empresa en los últimos tres años estos porcentajes de scrap se han mantenido similares, manteniendo siempre a la Inyectora 1 como la línea con mayor porcentaje de scrap en la planta.

### **2.1.3. Niveles de eficiencia de las máquinas actuales.**

La eficiencia de las máquinas de inyección se establece como el porcentaje que resulta de la comparación entre la capacidad de producción teórica de las máquinas y la producción real de las mismas en un periodo determinado de tiempo en el que no se consideran los paros programados de las máquinas para los mantenimientos preventivos durante ese periodo

$$\textit{Eficiencia} = \frac{\textit{Producción Real}}{\textit{Producción Teórica}} \times 100$$

Se consideró la eficiencia de las líneas de producción como un criterio básico para analizar el funcionamiento actual del área de inyección, debido a que este indicador

tiene un impacto directo sobre los costos de producción de la empresa, pues la ineficiencia de las líneas reducen los niveles finales de producto terminado afectando a las ventas, encareciendo el producto y reduciendo la utilidad neta.

En la tabla 2.6 se pueden observar los índices de eficiencia de las líneas durante el año 2.006. Estos indicadores nos permiten identificar a primera vista cual es la línea de producción que tiene mayores problemas sean estos de aumento en el tiempo de producción, disminución de las cantidades producidas o incremento del desperdicio.

Los datos de las eficiencias de las líneas fueron tomados de los reportes que mensualmente elabora el departamento de producción de la empresa.

**TABLA 2.6 PORCENTAJE DE EFICIENCIA POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN  
AÑO 2.006**

| Mes          | LÍNEA        |              |              |              |              |              |              | TOTAL        |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            |              |
| ene-06       | 41,9%        | 81,7%        | 61,6%        | 62,8%        | 61,8%        | 81,9%        | 74,2%        | <b>60,6%</b> |
| feb-06       | 5,5%         | 66,0%        | 86,7%        | 66,3%        | 79,6%        | 80,2%        | 61,5%        | <b>63,0%</b> |
| mar-06       | 33,4%        | 65,5%        | 53,5%        | 74,8%        | 43,4%        | 81,1%        | 50,4%        | <b>54,0%</b> |
| abr-06       | 62,5%        | 80,9%        | 79,8%        | 44,3%        | 80,4%        | 80,6%        | 55,5%        | <b>64,7%</b> |
| may-06       | 79,1%        | 69,2%        | 87,0%        | 84,8%        | 54,8%        | 73,3%        | 78,7%        | <b>55,8%</b> |
| jun-06       | 64,3%        | 74,9%        | 60,7%        | 65,3%        | 39,0%        | 66,4%        | 54,7%        | <b>59,7%</b> |
| jul-06       | 71,8%        | 93,9%        | 52,8%        | 84,1%        | 85,4%        | 71,8%        | 87,1%        | <b>75,6%</b> |
| ago-06       | 96,7%        | 93,3%        | 77,6%        | 80,4%        | 75,6%        | 75,9%        | 81,6%        | <b>82,3%</b> |
| sep-06       | 58,5%        | 84,0%        | 90,1%        | 83,8%        | 87,8%        | 75,2%        | 85,7%        | <b>79,3%</b> |
| oct-06       | 41,6%        | 98,8%        | 92,8%        | 94,3%        | 79,2%        | 50,5%        | 88,7%        | <b>75,0%</b> |
| nov-06       | 61,9%        | 96,8%        | 83,1%        | 82,9%        | 90,9%        | 82,1%        | 73,3%        | <b>78,5%</b> |
| dic-06       | 63,6%        | 100,6%       | 83,9%        | 80,0%        | 93,2%        | 81,6%        | 94,7%        | <b>82,5%</b> |
| <b>Total</b> | <b>58,0%</b> | <b>81,6%</b> | <b>75,7%</b> | <b>75,2%</b> | <b>72,8%</b> | <b>74,7%</b> | <b>72,9%</b> |              |

El índice de eficiencia sirve para establecer de qué forma se están aprovechando los recursos en las líneas de producción, los porcentajes totales, tanto mensuales como por línea se obtuvieron de la relación entre la cantidad de producción real del mes o de la línea con la cantidad teórica de los mismos (mes o línea), lo que permite tener un porcentaje de eficiencia real, revisando los porcentajes de eficiencias obtenidos durante el periodo 2.006 se puede observar claramente que la línea de producción con un índice de eficiencia más bajo es la línea Inyectora 1 con un porcentaje del 58% seguida de la línea Inyectora 5 con 72,%, considerando el nivel estándar de producción de todo el periodo con el nivel de producción real la eficiencia global del período del área de inyección fue del **71.9%**, con lo que se puede establecer que cualquier mejora que permita incrementar puntos en la eficiencia elevaría un gran medida los niveles de producción del área de inyección favoreciendo definitivamente las ventas de la empresa.

#### **2.1.4. Niveles de consumo de material de empaque.**

Uno de los rubros que mes a mes golpea directamente sobre la utilidad neta es el gasto en el que se incurre por el material de empaque empleado en el área de inyección para el almacenamiento y preparación del producto final y que representa un gasto que no se puede recuperar, aun cuando este costo es considerado en el

precio de venta del producto terminado, el uso del material de empaque para las preformas que rotan dentro de la planta no es transmitido en el precio, es decir, la empresa solo recupera el costo del material de empaque de las preformas vendidas.

El consumo de material de empaque es proporcional a los niveles de producción, al incrementar la producción incrementa el consumo de material de empaque y viceversa. Los materiales empleados para empacar las preformas son:

1. **Caja:** Cajas de cartón de dimensiones 1.1m x 1.1m, estándar establecido de modo que puede caber en un pallet de inyección.
2. **Tapas:** Complemento de las cajas, se emplean para sellar las cajas de preformas.
3. **Canutos:** Tubos de cartón colocados en las esquinas de las cajas para darles firmeza.
4. **Plástico:** Especie de funda interior donde se depositan las preformas.
5. **Stretch Film:** Plástico empleado para cubrir la zona de la tapa a fin de dar mayor protección al cierre hermético del producto.
6. **Zunchos:** Empleados para sellar las cajas.
7. **Grapas:** Para sostener y cerrar la tapa a la caja.

8. **Cinta:** Empleada para asegurar la funda interior donde se depositan las preformas.
9. **Pallets:** Para facilitar el transporte de la caja con el montacargas.



**FIGURA 2.3 CAJA DE PREFORMAS**

En la figura 2.3 se puede apreciar claramente la estructura de las cajas que almacenan el producto final. El principal rubro de esta estructura de empaque, lo representan principalmente las cajas de cartón y los pallets empleados para facilitar el transporte de las misma, cuyos costos unitarios promedios durante el periodo considerado para este análisis fueron de \$11,00 y \$5,50 respectivamente, de acuerdo con información obtenida del área de compras de la empresa. Las cantidades de cada uno de estos ítems empleadas para armar una caja de preformas lista para la venta se detallan en la tabla 2.7, los ítems cuya cantidad de consumo se establecieron por peso (Kg.) se determinaron realizando un muestreo de 5 cajas, el número de cajas seleccionadas como muestras fue establecido por la empresa, razón por la cual la muestra no fue mayor, con estas muestras se realizaron las

respectivas mediciones que permitieron definir el consumo promedio de cada uno de estos ítems.

**TABLA 2.7**  
**COMPOSICIÓN DE CAJA DE PREFORMAS**

| Insumo       | Unidad | M1    | M2    | M3    | M4    | M5    | Consumo Promedio |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| Caja         | Uni.   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | <b>1,00</b>      |
| Pallets      | Uni.   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | <b>1,00</b>      |
| Tapas        | Uni.   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 1,0   | <b>1,00</b>      |
| Canutos      | Uni.   | 4,0   | 4,0   | 4,0   | 4,0   | 4,0   | <b>4,00</b>      |
| Grapas       | Uni.   | 5,0   | 5,0   | 5,0   | 5,0   | 5,0   | <b>5,00</b>      |
| Zuncho       | Kg.    | 0,21  | 0,18  | 0,19  | 0,18  | 0,21  | <b>0,20</b>      |
| Stretch Film | Kg.    | 0,084 | 0,060 | 0,075 | 0,066 | 0,063 | <b>0,07</b>      |
| Plástico     | Kg.    | 0,8   | 1,0   | 0,9   | 0,7   | 0,7   | <b>0,80</b>      |
| Cinta        | m.     | 3,5   | 4,2   | 4,0   | 4,3   | 4,0   | <b>4,00</b>      |

Algunos de estos insumos pueden ser reutilizados, llegando a tener de 3 a 5 rotaciones (dependiendo del insumo), las rotaciones han sido establecidas de acuerdo a la experiencia del personal de logística y bodega de insumos encargados de manejar el material de empaque y pasar a producción estos insumos cuando son requeridos y son:

- **Caja:** 3 rotaciones
- **Tapa:** 3 rotaciones
- **Canutos:** 3 rotaciones
- **Pallets:** 5 rotaciones

Los demás insumos no son reutilizables y se desechan una vez que han sido utilizados. No existe ningún control que certifique exactamente que el ítem ha rotado el número de veces establecido, una vez que las cajas, tapas y canutos se deterioran son desechados.

## **2.2. Descripción de los problemas del área seleccionada.**

Después de haber presentado los niveles alcanzados de los indicadores objeto de estudio en el periodo 2.006, se procederá a identificar cuáles de estos problemas incidieron en los bajos niveles de producción, eficiencia, elevado scrap y además a valorizar el gasto en material de empaque en el que se incurrió en el periodo, para ello se emplearán los reportes que se elaboran en el área de inyección para registrar las novedades en la producción.

### **2.2.1. Problemas que afectan el nivel de producción.**

Actualmente el área de inyección de la empresa ve afectada sus producciones por algunos factores entre los que se pueden establecer:

- Un número muy grande de SKU (Stock Keeping Units) requeridos por una amplia variedad de



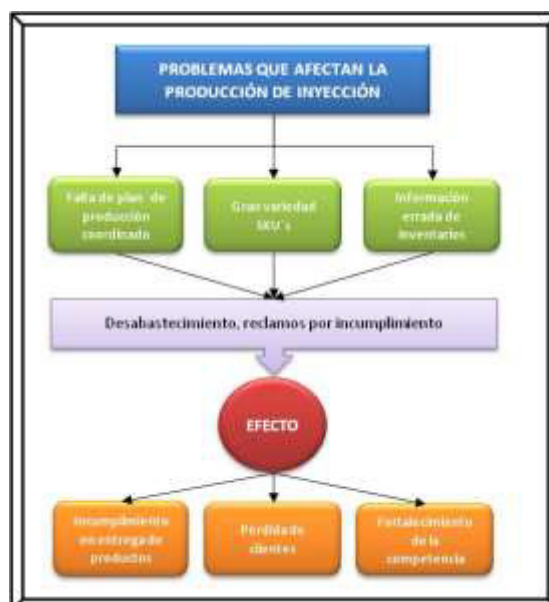
clientes para satisfacer la demanda de preformas y envases de distintos tamaños y presentaciones.

- El desarrollo de formatos de preformas pigmentadas, lo cual amplía aún más la variedad de SKU.
- Desabastecimientos frecuentes debido a que el proceso de planificación de la producción no está estandarizado, al no tener la información adecuada que permita establecerle punto de reorden de un formato específico lo cual provoca reclamos por el incumplimiento en las entregas de producto deteriorando la relación cliente-proveedor.
- Información diaria de inventarios irreal o con retrasos en la entrega por parte del departamento de logística a los responsables de producción lo cual afecta la toma de decisiones sobre la planeación de la producción.

En términos generales, el que no exista una programación adecuada de un plan mensual de producción por formato, detallado además por gramaje y color de preforma, elaborado en base al conocimiento de las necesidades de los clientes e información correcta de existencias de producto en la bodega de la compañía, genera un incremento en el número de cambios de moldes o producciones de última hora de preformas pigmentadas durante el periodo de producción, con miras a superar los bajos niveles de inventarios, lo cual afecta el nivel de producción del mes y además genera incumplimiento en las

entregas de los pedidos de los clientes y por lo tanto esto afecta de forma directa los resultados de las ventas, (ver figura 2.4) Si bien es cierto, en el periodo 2.006 los niveles de venta superaron en un 13% a los niveles de producción, en el mismo periodo fue necesario cubrir la deficiencia de inventario con importaciones, las cuales reducen en algunos casos a cero la ganancia de la empresa sobre el producto vendido, principalmente en los casos en que la preforma importada debió venderse como preforma para cubrir pedidos de clientes importantes.

Los bajos niveles de producción del área de inyección generan incumplimiento en las demandas de preformas de los clientes externos e internos, pues el área de inyección, además de proveer de producto terminado para la venta abastece al área de soplado de la empresa.



**FIGURA 2.4 ÁRBOL DE PROBLEMAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN**

Por las razones antes mencionadas se ha considerado a la falta de un plan de producción específico y detallado como el principal problema que afecta los niveles de producción, por ello el proceso de planificación debe realizarse de una manera técnica y a través de una estructura establecida previamente, debido a que un cambio de molde en el área de inyección puede tardar hasta 8 horas y la inyección de preformas pigmentadas de forma descontrolada contribuye en el incremento del nivel de scrap, hace necesario tener criterios de decisión precisos que permitan con antelación definir el momento en que se debe realizar un cambio de molde y cambio de color, a fin de disminuir los desperdicios y tiempos perdidos generados por esta acción, los cuales también afectan la eficiencia de manufactura del área.

A continuación se detalla la información que se convierte en las entradas del proceso de planificación:

- Capacidad real por máquina.
- Plan de mantenimiento preventivo.
- SETUP, referido a cada uno de los tipos de molde y línea de producción.
- Requerimientos de clientes (cantidades x formato) en órdenes de compra mensuales.
- Política de inventarios (máx. y min.)

- Registro de inventarios.

Todos estos aspectos serán considerados en el capítulo 3 de este estudio para el diseño de un programa de producción que se pueda usar mes a mes y que sea empleado principalmente por las áreas de producción y comercial de la empresa a fin de cumplir con los requerimientos de los clientes sin afectar los niveles de producción del área.

#### **2.2.2. Problemas que incrementan el índice de scrap.**

Como se identificó en el punto 2.1.2 las líneas de producción del área de inyección generan elevados niveles de scrap que representan un importante desperdicio económico para la empresa, en este punto se procederá a identificar las principales causas o problemas que dan lugar a estos niveles.

Durante el periodo 2.006 se generaron reportes diarios que permiten identificar cuáles fueron los problemas que se presentaron en las líneas de producción por cantidad producida. A continuación se presenta a manera de tablas la causa principales del scrap por línea:

**TABLA 2.8**  
**RESUMEN CAUSAS DE SCRAP POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

| CAUSA DE SCRAP                   | CANTIDAD DE SCRAP POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN (Kg) |               |               |               |               |               |               | TOTAL GENERAL  |
|----------------------------------|------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|                                  | L1                                             | L2            | L3            | L4            | L5            | L6            | L7            |                |
| Otros                            | 8.229                                          | 3.809         | 5.070         | 9.296         | 3.162         | 4.415         | 5.702         | 39.682         |
| Arranque máquina                 | 11.727                                         | 2.418         | 2.870         | 4.375         | 2.377         | 2.351         | 8.356         | 34.473         |
| Purga                            | 5.959                                          | 2.292         | 3.315         | 5.928         | 1.980         | 2.509         | 4.446         | 26.429         |
| Cambio de color                  | 2.521                                          | 2.574         | 2.161         | 1.925         | 2.596         | 1.680         | 2.064         | 15.522         |
| Exceso de tiempo de ciclo        | 5.204                                          | 162           | 125           | 420           | 2.156         | 2.757         | 1.518         | 12.342         |
| Falla desmoldeo                  | 1.547                                          | 555           | 764           | 2.189         | 1.879         | 819           | 964           | 8.716          |
| Falla robot                      | 178                                            | 5             | 911           | 3.534         | 505           | 696           | 321           | 6.149          |
| Fotoceldas no libres             | -                                              | 1.582         | 740           | 1.426         | 536           | 71            | 570           | 4.925          |
| Anulación de Cavidad             | -                                              | 2.240         | 830           | 1.371         | 94            | 66            | 21            | 4.622          |
| Mantenimiento preventivo         | 365                                            | 478           | 680           | 852           | 249           | 664           | 880           | 4.167          |
| Ajuste de proceso                | 1.141                                          | 165           | 379           | 693           | 353           | 663           | 647           | 4.042          |
| Falla de autolubricación         | -                                              | 22            | -             | 295           | 278           | 122           | 2.331         | 3.048          |
| Corte de energía                 | 380                                            | 861           | 725           | 341           | 208           | 306           | 198           | 3.019          |
| Limpieza de área                 | 206                                            | 915           | 361           | 498           | 396           | 365           | 276           | 3.016          |
| Cambio de manguera               | -                                              | -             | 184           | 182           | 218           | 1.660         | 666           | 2.910          |
| Cambio de molde                  | 750                                            | 426           | 97            | 243           | 565           | 351           | 382           | 2.814          |
| Limpieza de máquina              | 225                                            | 222           | 427           | 818           | 35            | 9             | 97            | 1.834          |
| Preformas recogidas del piso     | 62                                             | 537           | 360           | 549           | 64            | 66            | 130           | 1.768          |
| Falla de trasvase                | 1.713                                          | -             | -             | -             | -             | -             | -             | 1.713          |
| Cambio de cores                  | 299                                            | 177           | 337           | 200           | 270           | 31            | 252           | 1.564          |
| Cambio de Neck Ring              | 664                                            | 472           | 239           | -             | -             | -             | -             | 1.375          |
| Fuga de agua                     | 622                                            | 103           | 49            | 34            | 199           | 262           | 71            | 1.340          |
| Falla de apertura de molde       | 984                                            | 37            | 65            | 162           | -             | -             | -             | 1.248          |
| Falla de calefacción de molde    | 109                                            | -             | 29            | 198           | 35            | -             | 866           | 1.237          |
| Falla Banda Transp.              | 579                                            | 80            | 77            | 219           | 26            | 49            | 101           | 1.130          |
| Mantenimiento de molde           | -                                              | 233           | 155           | 326           | 25            | 142           | 129           | 1.011          |
| Falla de bomba de vacío          | 117                                            | 15            | 476           | 130           | -             | -             | 255           | 993            |
| Resina fria                      | 179                                            | 10            | 150           | 215           | 30            | -             | 409           | 993            |
| Expulsor atascado                | -                                              | 592           | 58            | -             | 223           | -             | 26            | 897            |
| Falla expulsión                  | -                                              | 18            | -             | 726           | 84            | -             | -             | 828            |
| Limpieza de cañón                | -                                              | -             | -             | 130           | -             | 73            | 608           | 811            |
| Temperatura de aceite alta       | 474                                            | 27            | 114           | -             | 41            | 87            | 36            | 779            |
| Falla de acumulador              | -                                              | -             | 757           | -             | -             | -             | -             | 757            |
| Falla en chiller                 | 351                                            | 30            | 49            | 61            | 49            | 117           | 71            | 728            |
| Reparación de secador            | -                                              | -             | -             | -             | -             | -             | 720           | 720            |
| Limpieza de venteos              | 229                                            | -             | 189           | -             | -             | -             | 301           | 719            |
| Falla de dosificador de pigmento | -                                              | 29            | 317           | 126           | 78            | 43            | 121           | 714            |
| Calentamiento de resina          | 141                                            | 51            | 87            | -             | -             | 62            | 330           | 671            |
| Cambio de premixer               | -                                              | 212           | 276           | 119           | -             | 33            | -             | 640            |
| <b>Total</b>                     | <b>44.953</b>                                  | <b>21.347</b> | <b>23.424</b> | <b>37.581</b> | <b>18.710</b> | <b>20.469</b> | <b>33.865</b> | <b>200.348</b> |

Es preciso indicar que en el periodo de medición se presentaron en total 342 problemas tipo que ocasionaron scrap, los cuales se pueden revisar en el Apéndice 1, en la tabla 2.8 se han considerado aquellos problemas que representaron el 80% del total del scrap, la calificación de “Otros” se le dio a

los problemas que por sí solos no tuvieron un porcentaje de afectación superior al 1%, y en su mayoría corresponden a problemas de tipo mecánico o eléctrico de las máquinas o equipos auxiliares de orígenes muy dispersos.

### **Estimación del costo del Scrap por línea de Producción.**

Como se puede ver en la tabla anterior el scrap en el proceso tiene orígenes muy amplios y resulta un factor que en muchos casos es inevitable, una vez que se han establecido las cantidades en Kg. de resina que se generaron como scrap durante el periodo de estudio y conociendo el costo promedio de la resina en el mismo periodo se puede establecer el costo monetario que representó a la empresa el desperdicio por línea, de este modo podemos establecer que en el año 2.006 la empresa sufrió una pérdida de aproximada de \$266.816, tal como se muestra en el cálculo a continuación:

**A. Costo Promedio de la resina = \$1.33Kg.** Establecido por medio de un promedio ponderado obtenido con el detalle de las importaciones de resina realizadas por la empresa durante el periodo de análisis.

**B. Scrap Total del periodo = 200.348 Kg.**

De acuerdo con el resumen del detalle de scrap por causa y por línea de la tabla 2.8

**C. Valor total Scrap = \$ 266.816 (A x B)**

### **2.2.3. Problemas que afectan la eficiencia de las máquinas.**

Es necesario indicar que los bajos niveles de eficiencia en las máquinas implican por consiguiente bajos niveles de producción, pues la relación de estos indicadores es directamente proporcional, por esta razón se indicarán en este punto cuales son los problemas o factores que afectaron a las máquinas durante el periodo de tiempo seleccionado para este estudio y que produjeron niveles bajos de eficiencia y por ende niveles de producción por debajo del estándar de los equipos.

La reducción en los niveles de eficiencia de las máquinas se debe a paros no programados en el tiempo de producción, el llevar un registro detallado de los problemas que originan estos paros sirve de base para poder iniciar más adelante un plan destinado a prevenir estos paros.

Al igual que con los niveles de scrap, en el área de producción se lleva un registro mensual de cada una de los paros por máquina y cual fue el problema que causó que la producción se detenga, con lo que se ha

identificado una variedad muy amplia de problemas que afectan las eficiencias, a continuación se detalla los paros por máquinas presentados durante el periodo 2.006.

**TABLA 2.9**  
**RESUMEN DE PAROS DE PRODUCCIÓN POR LÍNEA**

| DESCRIPCIÓN                             | TIEMPO DE PARO DE PRODUCCIÓN POR LÍNEA (Min) |               |               |               |               |               |               | Total general  |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|                                         | L1                                           | L2            | L3            | L4            | L5            | L6            | L7            |                |
| Otros                                   | 30.740                                       | 9.624         | 19.195        | 25.597        | 17.326        | 11.462        | 17.263        | 131.207        |
| Falla Hidráulica Unidad de Inyección    | 55.190                                       |               | 13.035        | 12.500        | 2.580         | 5.520         | 3.375         | 92.200         |
| Mantenimiento preventivo                | 2.915                                        | 3.380         | 11.480        | 5.005         | 9.710         | 6.920         | 9.175         | 48.585         |
| Falla en bomba hidráulica               | 47.105                                       |               |               |               |               |               |               | 47.105         |
| Falla motor bomba hidráulica            | 32.420                                       |               |               | 3.930         | 1.190         | 660           | 5.680         | 43.880         |
| Cambio de molde                         | 3.630                                        | 5.740         |               | 4.905         | 3.025         | 1.260         | 5.162         | 23.722         |
| Parada de planta programada             |                                              | 2.640         | 2.640         | 6.760         | 2.700         | 3.090         | 2.600         | 20.430         |
| Falla IHM                               |                                              |               |               |               | 18.480        |               |               | 18.480         |
| Falla Bomba de vacío / Falla de succión | 1.520                                        | 185           | 1.020         | 2.600         | 1.500         | 5.020         | 2.598         | 14.443         |
| Fuga de aceite                          | 4.225                                        |               | 310           |               | 5.270         |               | 2.301         | 12.106         |
| Exceso de tiempo de ciclo               | 5.168                                        |               |               | 775           | 1.535         | 1.380         | 1.492         | 10.350         |
| Arranque de máquina                     | 2.375                                        | 590           | 415           | 2.105         | 1.375         | 613           | 1.615         | 9.088          |
| Problema eléctrico en secador de resina |                                              | 2.640         | 4.290         |               | 445           |               | 920           | 8.295          |
| Falla expulsión (Desmoldeo)             | 1.685                                        | 605           | 523           | 1.800         | 1.601         | 609           | 721           | 7.544          |
| Mantenimiento anual                     |                                              |               |               |               |               | 7.200         |               | 7.200          |
| Falla calefacción de molde              | 3.580                                        |               | 785           | 725           |               | 570           | 1.450         | 7.110          |
| Habilitación de cavidad obstruida       |                                              | 3.075         | 500           | 1.815         | 465           | 930           |               | 6.785          |
| Corte de energía                        |                                              | 965           | 1.070         | 1.245         | 1.045         | 1.000         | 1.250         | 6.575          |
| Cambio de cores                         | 1.065                                        | 875           | 1.060         |               | 720           | 360           | 1.560         | 5.640          |
| Resina fría                             | 1.495                                        |               | 430           |               |               | 390           | 3.305         | 5.620          |
| Falla del sistema servo del robot       |                                              | 745           | 375           | 2.880         | 1.415         |               |               | 5.415          |
| Cambio de color                         |                                              | 690           | 715           | 485           | 1.068         | 896           | 818           | 4.672          |
| Calentamiento de máquina                | 1.200                                        |               |               | 820           |               | 595           | 1.660         | 4.275          |
| Falla bomba hidráulica eje roto         |                                              |               |               | 3.960         |               |               |               | 3.960          |
| Ajuste de proceso                       | 1.630                                        |               |               | 510           | 645           |               | 1.150         | 3.935          |
| Falla de clamp                          |                                              |               |               | 780           | 720           | 780           | 1.490         | 3.770          |
| Falla trasiego                          | 3.766                                        |               |               |               |               |               |               | 3.766          |
| Mantenimiento a molde                   |                                              | 340           | 670           |               |               | 1.285         | 1.270         | 3.565          |
| Falla mecánica del robot                | 1.515                                        | 520           |               | 1.490         |               |               |               | 3.525          |
| Falla autolubricación                   |                                              |               |               | 520           | 760           |               | 2.167         | 3.447          |
| Problema mecánico en secador de resina  |                                              | 355           |               |               | 2.055         | 295           | 740           | 3.445          |
| Falla eléctrica del robot               | 1.320                                        | 220           |               | 755           |               | 530           | 380           | 3.205          |
| Falla válvula de cierre                 | 2.170                                        |               |               |               | 840           |               |               | 3.010          |
| <b>Total general</b>                    | <b>204.714</b>                               | <b>33.189</b> | <b>58.513</b> | <b>81.962</b> | <b>76.470</b> | <b>51.365</b> | <b>70.142</b> | <b>576.355</b> |

Los paros de producción que tuvieron un porcentaje de representación inferior al 1% sobre el total del tiempo perdido en la producción por cada



línea, recibieron la clasificación de “Otros”, la descripción de todos estos problemas pueden ser revisados en el Apéndice 2.

Considerando los problemas presentados en cada línea de producción se han detectado en total 95 problemas principales que causaron interrupciones de máquinas en cada una de las líneas de producción, el detalle de todos estos problemas puede ser revisado en el Apéndice 2.

#### **2.2.4. Consumo excesivo de material de empaque.**

Como se mencionó en el punto 2.1.4 el consumo de material de empaque es un fuerte rubro mensual que la empresa asume todos los meses y que en buena medida afecta la utilidad final, en este punto se procederá a cuantificar el monto final que la empresa gastó en material de empaques en el área de inyección, para ello nos basaremos en el consumo mensual de los insumos descritos en dicho punto. Para establecer estos valores se considerará la información del departamento de logística sobre el detalle de consumo de cajas de cartón requeridas durante el periodo 2.006 para empacar la producción, la misma que fue establecida en el punto

2.1.4, para establecer un monto más real se tomará en cuenta la reutilización de cada ítem:

**TABLA 2.10 MATERIAL DE EMPAQUE EMPLEADO AÑO 2.006**

| Insumo            | Consumo Total | Rotación | Total (Uni) |
|-------------------|---------------|----------|-------------|
| Caja              | 42.010        | 3        | 14.003      |
| Pallet            | 42.010        | 5        | 8.402       |
| Tapa              | 42.010        | 3        | 14.003      |
| Canutos           | 167.308       | 3        | 55.769      |
| Grapas            | 210.052       | 1        | 210.052     |
| Zuncho            | 8.200         | 1        | 8.200       |
| Strech film       | 2.941         | 1        | 2.941       |
| Plástico interior | 33.608        | 1        | 33.608      |
| Cinta             | 168.041       | 1        | 168.041     |

**TABLA 2.11**  
**CONSUMO DE MATERIAL DE EMPAQUE AÑO 2006**

|                             | 18 gr | 22 gr | 25 gr | 28 gr | 44 gr | 47 gr | 56 gr | 60 gr | 62 gr | 64 gr | 89 gr | Total  |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Cajas producidas (unidades) | 2.303 | 8.273 | 3.725 | 4.691 | 4.741 | 3.424 | 3.340 | 6.162 | 4.038 | 529   | 785   | 42.011 |

| Insumo            | Consumo Prom. | Reut. | = (Consumo Promedio x Cajas producidas) / No Reutilizaciones |        |        |        |        |        |        |        |        |       | Total (Uni) |         |
|-------------------|---------------|-------|--------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------------|---------|
| Caja              | 1,0           | 3     | 768                                                          | 2.758  | 1.242  | 1.564  | 1.580  | 1.141  | 1.113  | 2.054  | 1.346  | 176   | 262         | 14.004  |
| Pallet            | 1,0           | 5     | 461                                                          | 1.655  | 745    | 938    | 948    | 685    | 668    | 1.232  | 808    | 106   | 157         | 8.402   |
| Tapa              | 1,0           | 3     | 768                                                          | 2.758  | 1.242  | 1.564  | 1.580  | 1.141  | 1.113  | 2.054  | 1.346  | 176   | 262         | 14.004  |
| Canutos           | 4,0           | 3     | 3.071                                                        | 11.030 | 4.967  | 6.255  | 6.321  | 4.566  | 4.453  | 8.216  | 5.384  | 705   | 1.046       | 56.014  |
| Grapas            | 5,0           | 1     | 11.515                                                       | 41.363 | 18.626 | 23.457 | 23.704 | 17.122 | 16.700 | 30.809 | 20.189 | 2.644 | 3.923       | 210.053 |
| Zuncho            | 0,2           | 1     | 449                                                          | 1.613  | 726    | 915    | 924    | 668    | 651    | 1.202  | 787    | 103   | 153         | 8.192   |
| Stretch film      | 0,1           | 1     | 160                                                          | 576    | 259    | 327    | 330    | 238    | 232    | 429    | 281    | 37    | 55          | 2.924   |
| Plástico interior | 0,8           | 1     | 1.852                                                        | 6.651  | 2.995  | 3.772  | 3.812  | 2.753  | 2.685  | 4.954  | 3.246  | 425   | 631         | 33.776  |
| Cinta             | 4,0           | 1     | 9.212                                                        | 33.090 | 14.901 | 18.766 | 18.964 | 13.698 | 13.360 | 24.647 | 16.151 | 2.115 | 3.138       | 168.042 |

Además de identificar la cantidad total de cajas producidas, es necesario diferenciar cuántas de estas cajas fueron vendidas y cuantas de ellas se emplearon para consumo interno, las cajas que se vendieron tuvieron un valor de recuperación establecido en el precio de venta final del producto (no se cuenta con esta información), para lo cual emplearemos información del área comercial respecto al volumen de ventas por formato del periodo 2.006, estas unidades serán descontadas del total de cajas elaboradas en el periodo de medición, el detalle se presenta en la tabla a continuación:

**TABLA 2.12**  
**EMPAQUE EMPLEADO EN LA VENTA DE PREFORMAS**

| Formato      | Cantidades Vendidas | Cajas Vendidas | Insumo       | Cantidad   | Total Insumo |
|--------------|---------------------|----------------|--------------|------------|--------------|
| 18           | 2.556.769           | 142            | Caja         | 1,00 unid. | 9.704        |
| 22           | 16.373.923          | 1.023          | Pallet       | 1,00 unid. | 9.704        |
| 25           | 20.200.592          | 1.347          | Tapa         | 1,00 unid. | 9.704        |
| 44           | 1.378.742           | 172            | Canutos      | 4,00 unid. | 38.816       |
| 47           | 16.546.059          | 2.068          | Grapas       | 5,00 unid. | 48.519       |
| 56           | 21.208.156          | 3.030          | Zuncho       | 0,20 Kg.   | 1.892        |
| 60           | 4.095.628           | 630            | Stretch film | 0,07 Kg.   | 675          |
| 62           | 1.110.911           | 171            | Funda        | 0,80 Kg.   | 7.802        |
| 89           | 3.473.340           | 1.120          | Cinta        | 4,00 Kg.   | 38.816       |
| <b>Total</b> | <b>86.944.120</b>   | <b>9.704</b>   |              |            |              |

Para establecer el gasto total en material de empaque en el periodo de medición se descontarán las cajas totales usadas en la venta de preformas de las cajas que se armaron en producción:

**TABLA 2.13**  
**MATERIAL DE EMPAQUE EMPLEADO EN PRODUCCIÓN**

| Item / Unidad    | Total<br>producidas | Total<br>vendidas | Total<br>empleadas |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Caja (unid)      | 42.011              | 9.704             | 32.307             |
| Pallet (unid)    | 42.011              | 9.704             | 32.307             |
| Tapa (unid)      | 42.011              | 9.704             | 32.307             |
| Canutos (unid)   | 168.044             | 38.816            | 129.228            |
| Grapas (unid)    | 210.055             | 48.519            | 161.536            |
| Zuncho (Kg)      | 8.192               | 1.892             | 6.300              |
| Strech film (Kg) | 2.924               | 675               | 2.249              |
| Funda (Kg)       | 33.777              | 7.802             | 25.975             |
| Cinta (m)        | 168.044             | 38.816            | 129.228            |

Además se deberá considerar la cantidad y reutilización por ítem empleado en cada caja, para establecer el gasto total en material de empaque del año 2.006, el costo por ítem se obtuvo de información del departamento de compras, en base a un promedio de los precios del año.

El principal rubro del gasto lo constituyen las cajas de cartón con un impacto del 51% sobre el total de la inversión en el material de empaque, tal como se puede ver en la Tabla 2.14 a continuación:

**TABLA 2.14**  
**VALORIZACIÓN DEL GASTO ANUAL EN MATERIAL DE EMPAQUE**

|                                | Caja                     | Pallet    | Tapa     | Canutos  | Grapas   | Zuncho   | Strech film | Funda     | Cinta    |
|--------------------------------|--------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-----------|----------|
| Total unidades empleadas =     | 32.307                   | 32.307    | 32.307   | 129.228  | 161.536  | 6.300    | 2.249       | 25.975    | 129.228  |
| Reutilización =                | 3                        | 5         | 3        | 3        | 1        | 1        | 1           | 1         | 1        |
| Total empleadas con rotación = | 10.769                   | 6.461     | 10.769   | 43.076   | 161.536  | 6.300    | 2.249       | 25.975    | 129.228  |
| Costo por unidad =             | \$ 11,50                 | \$ 5,50   | \$ 0,86  | \$ 0,10  | \$ 0,01  | \$ 1,20  | \$ 2,46     | \$ 2,08   | \$ 0,01  |
| Subtotal =                     | \$ 123.844               | \$ 35.538 | \$ 9.261 | \$ 4.308 | \$ 1.615 | \$ 7.560 | \$ 5.531    | \$ 54.028 | \$ 1.145 |
| Total =                        | <b><u>\$ 242.830</u></b> |           |          |          |          |          |             |           |          |

### 2.2.5. Análisis FODA del área de producción.

El análisis FODA es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita en función de ello tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

Con el afán de dar por finalizado el análisis de la situación actual del área de inyección de la empresa se realizará un análisis de las fortalezas y debilidades de esta área lo cual dará una visión más amplia de los posibles puntos de mejora, los cuales se plantearán en el siguiente capítulo.

## **Fortalezas**

- **Gran variedad de productos (tamaños y colores)**

En el área de inyección se cuenta con una amplia gama de productos que le permiten a la empresa ofrecer a sus clientes mayores oportunidades de desarrollo de nuevos formatos de preformas en diferentes colores y tamaños, lo que constituye a la empresa en la principal productora de preformas de diferentes colores y otras con aditivos especiales que hacen que las botellas ofrezcan protección solar al contenido.

- **Asistencia técnica especializada**

Al formar parte de una importante multinacional la empresa cuenta con soporte técnico de especialistas en el área de inyección para el mejoramiento del proceso y desarrollo de nuevos productos.

- **Estrictos controles de calidad**

Es política de la empresa ejecutar como procedimiento paralelo a la producción de preformas estrictos controles de calidad orientados a identificar defectos en el producto y la inmediata corrección de los mismos con modificaciones de los parámetros de producción y la separación del producto defectuoso con lo que se asegura que el producto que se despacha a los clientes está libre de defectos y cumple con los estándares de calidad requeridos para su uso en la elaboración de envases.

- **Amplia plataforma de inyección**

Al contar con 7 diferentes líneas de producción la empresa puede producir al mismo tiempo 7 tamaños distintos de preformas.

### **Debilidades**

- **Procesos de arranque de máquina no estandarizados**

No están definidos los procesos que deben seguir los operadores de las máquinas de inyección al momento de arrancarlas después que estas hayan detenido su funcionamiento por cualquier razón, lo cual hace que los tiempos de arranque sean mayores a lo necesario.

- **Falta de capacidad para producir preformas pigmentadas**

En el área de inyección solo se cuenta con 4 equipos dosificadores de pigmento para 7 líneas de producción, por lo que no se pueden producir más de 4 formatos de preformas pigmentadas a la vez y se han dado ocasiones en las que se necesita producción de una mayor cantidad de preformas pigmentadas en más de 4 colores.

- **Demasiada variedad en marcas de Máquinas Inyectoras.**

En inyección se cuenta con 3 marcas y 5 modelos diferentes de máquinas inyectoras, lo cual hace que sea necesaria una variedad de repuestos, que además por sus elevados costos no se pueden mantener en stock, alargando



en algunos casos el tiempo de para de máquina por retrasos en la importación de los repuestos.

- **Lenta respuesta en cambios en la producción**

Un cambio de molde en inyección puede llegar a tomar hasta 8 horas y esto hace que la respuesta a los cambios sea muy lenta o que se deba programar corridas largas de un determinado producto para no afectar las eficiencias del proceso.

- **Materia prima de varias marcas afectan el proceso**

La resina que se emplea para producir las preformas se importa generalmente de Asia, debido a una alta demanda a nivel mundial de la resina, la empresa se ve obligada a comprar a diferentes proveedores, lo que hace que se lleguen a tener hasta 4 tipos diferentes de resina, cada una requiere de un tratamiento diferente, lo cual afecta los arranques de máquinas hasta sacar el proceso preciso para obtener preformas con las características de calidad justas.

- **Lenta respuesta para la toma de decisiones estratégicas**

Los cambios que requieran de inversiones importantes tienen que pasar por largos y complicados procesos de aprobación antes de su puesta en

ejecución debido a que al ser parte de una multinacional la decisión final sobre los cambios se toman en el exterior.

- **Paros frecuentes para mantenimiento**

Debido a la falta de un programa estructurado de mantenimiento preventivo o predictivo, se tienen frecuentes paros para resolver problemas eléctricos o mecánicos de las líneas de producción, los cuales pudieron evitarse de cumplir con mantenimientos programados.

### **Oportunidades del Área de Inyección**

- **Incremento en las preferencias de los consumidores por los envases one-way**

A nivel global las empresas prefieren lanzar sus productos alimenticios (bebidas principalmente) en envases no retornables lo cual incrementa la demanda de preformas en PET empleadas para producir este tipo de envases.

- **Capacidad de producción por explotar**

Las líneas de producción no han sido explotadas al 100% de su capacidad, por lo que los niveles de producción no han llegado al tope de la capacidad, los volúmenes de preformas pueden incrementar y así satisfacer una mayor

demanda de preformas tanto localmente como para exportaciones empleando la misma plataforma de inyección.

### **Amenazas del Área de Inyección**

- **Integración hacia atrás de los clientes**

Debido al incremento de la demanda de preformas de Pet algunos clientes podrían optar por desarrollar sus propias preformas, esto ha ocurrido ya con algunos clientes a los cuales la empresa inicialmente le vendía envases y que al ver incrementarse sus requerimientos de botellas optaron por instalar su propia línea de soplado.

- **Ingreso al mercado ecuatoriano de empresas extranjeras**

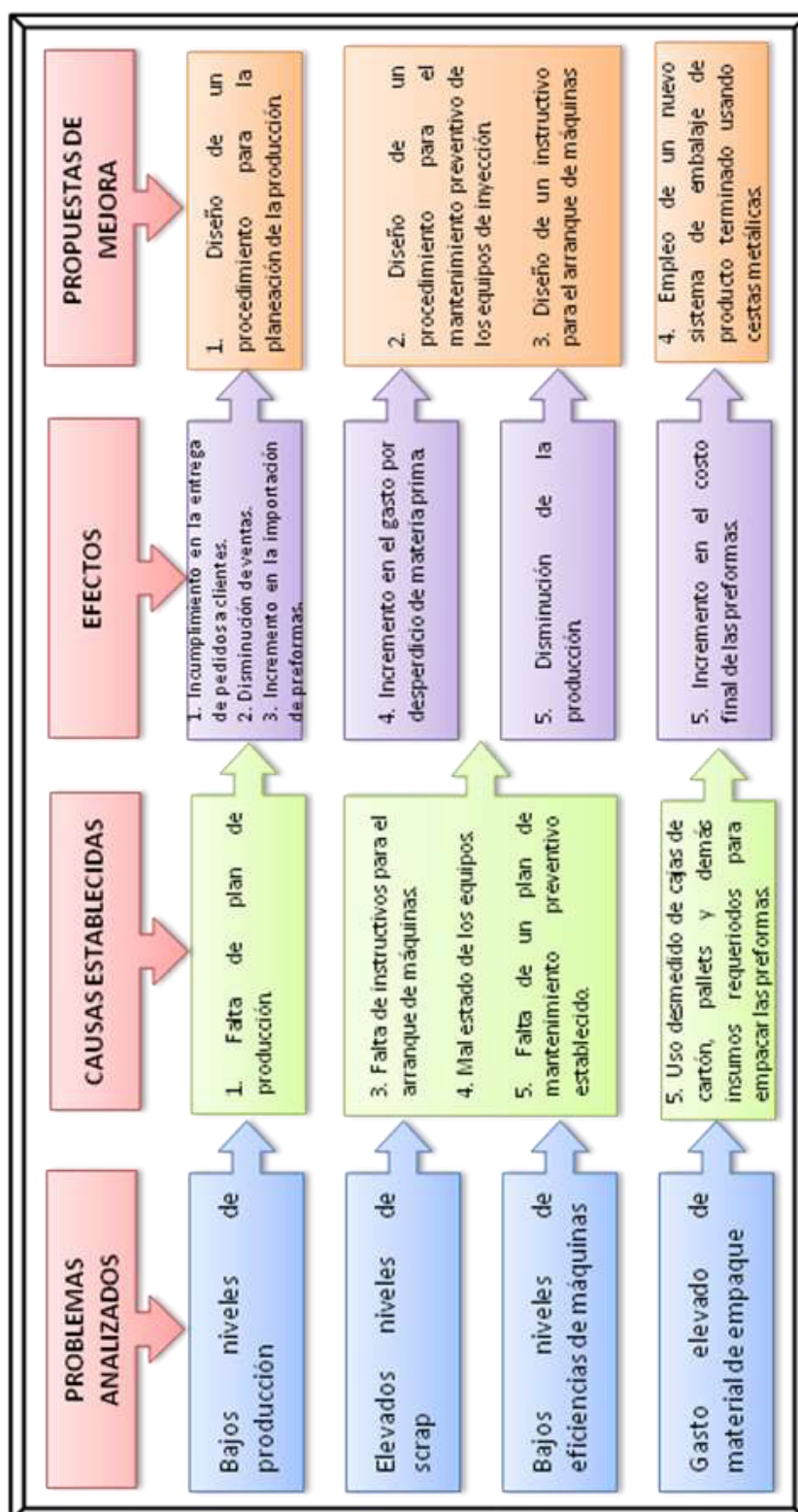
Puesto que la plataforma de inyección de preformas en Ecuador no es muy grande existen empresas extranjeras que ven en el país un mercado con posibilidades de expansión.

## **CAPÍTULO 3**

### **3. PLANTEAMIENTO DE PROPUESTAS DE MEJORA.**

#### **3.1. Determinación de los problemas más incidentes del área seleccionada y las acciones de mejora.**

Después del análisis de la situación inicial del área de inyección las propuestas de mejoras se enfocarán en disminuir o eliminar los problemas de paros y arranques de máquinas que generaron los tiempos perdidos y los elevados niveles de scrap, la falta de una herramienta para fijar los programas de producción y el gasto excesivo en el material de empaque. La relación entre los problemas encontrados, sus causas y efectos en la empresa con las propuestas de mejoras que en este capítulo se exponen, se presenta a continuación en la figura 3.1:



**FIGURA 3.1 RELACIÓN DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL ÁREA DE INYECCIÓN CON LAS PROPUESTAS DE MEJORA PLANTEADAS.**

Tal como se describe en la figura anterior para hacer frente a los problemas que se identificaron en el desarrollo del capítulo 2 se han identificado 4 propuestas importantes:

- a. Diseño de un procedimiento e instructivos para el mantenimiento preventivo de los equipos de inyección.
- b. Diseño de un instructivo para el arranque de máquinas.
- c. Diseño de un procedimiento para la planeación de la producción.
- d. Empleo de un nuevo sistema de embalaje de producto terminado utilizando cestas metálicas.

A continuación se explica en qué consisten estas propuestas y las acciones que se recomiendan seguir para su ejecución.

**a. Diseño de un procedimiento e instructivos para el mantenimiento preventivo de los equipos de inyección.**

En el capítulo 2 se pudo identificar que gran parte de los problemas que generan tiempos perdidos y elevados niveles de desperdicio están vinculados con el mal funcionamiento de las

máquinas (sea por problemas mecánicos o eléctricos), al momento de realizar este análisis se identificó que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo estructurado.

Para hacer frente a este problema se establecerán procedimientos e instructivos que servirán de base para el desarrollo del programa de mantenimiento de las máquinas y equipos auxiliares de inyección, estos documentos fueron elaborados considerando los lineamientos que el Departamento de Calidad de la empresa establece para la elaboración de este tipo de documentos, los cuales a su vez están alineados con lo que en términos generales disponen las normas ISO. De tal forma los documentos tendrá la siguiente estructura:

1. **Objetivo:** Cual es el fin que se busca conseguir con el procedimiento.
2. **Alcance:** Detalle de las áreas de la empresa en las cuales es aplicable el procedimiento.
3. **Responsabilidades:** Personas miembros de la empresa que se ven involucradas en el proceso y de la forma en que tienen que intervenir.
4. **Procedimiento:** Detalle de las actividades que se deben realizar para llevar a cabo el cumplimiento del procedimiento.

- 5. Registro:** Detalle de los documentos que se generan como resultado de la ejecución del procedimiento y que sirven como soporte del cumplimiento.

Como complemento de este procedimiento también se detallarán instructivos de mantenimiento en los cuales se detallan de forma más específica la serie de actividades que deberá realizar el personal de mantenimiento con el fin de llevar a cabo el mantenimiento preventivo de los equipos, estas actividades se han dividido en 3 grupos principales que son:

**Inspección.-** Las actividades de inspección son parte importante dentro del Plan de Mantenimiento Preventivo, ya que ayudan a determinar el estado de los equipos que conforman los diferentes sistemas, y porque además permiten definir las actividades necesarias para prevenir desperfectos en los mismos que ocasionen paros imprevistos en el proceso.

**Limpieza.-** Con el fin de mantener el estado de los equipos es necesario realizar labores de limpieza de los equipos y componentes de inyección para asegurar la vida útil de los mismos y evitar la presencia de fallas constantes que afecten el proceso productivo.

**Reemplazos y Ajustes.-** Estas actividades están muy ligadas a las recomendaciones de los fabricantes pero especialmente de las inspecciones



realizadas por el personal de mantenimiento, ya que muchas veces los elementos comienzan a presentar mal funcionamiento antes de lo previsto debido a mala manipulación de los operarios, variaciones de voltaje, etc. lo cual acelera los procesos de desgaste normal de partes o piezas, que deben ser reemplazadas o ajustadas para evitar daños o paradas generales en el proceso.

Con la estructura indicada a continuación se detalla el procedimiento para ejecución del plan de mantenimiento preventivo:

## **PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS AUXILIARES**

### **I. OBJETIVO:**

Establecer los planes, métodos y recursos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento preventivo con el objetivo de asegurar el funcionamiento de las máquinas y equipos en forma estable y confiable en su vida útil.

### **II. ALCANCE:**

Las actividades y requisitos especificados en el presente procedimiento son aplicables a todas las operaciones de inyección de la empresa.

### **III. RESPONSABILIDADES:**

#### **Del responsable de planta (Gerente de Operaciones):**

- Promover la aplicación de las normas de seguridad establecidas por la empresa.
- Promover y gestionar el desarrollo de las actividades de mantenimiento de acuerdo a lo indicado en el presente procedimiento.
- Asegurar los recursos necesarios para facilitar el cumplimiento del plan de actividades de mantenimiento de las máquinas y equipos de planta.
- Realizar el seguimiento y control del presupuesto del área de mantenimiento.
- Analizar la evolución de los tiempos de parada de máquinas en forma diaria.
- Promover y verificar el seguimiento de las acciones correctivas en curso como resultado del análisis de paradas de máquina.

- Búsqueda permanente de soluciones que impliquen optimización de recursos y mejoras de la operación.

**Del responsable del área de producción (Jefe de Producción):**

- Asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad.
- Monitorear el avance y cumplimiento del cronograma anual de mantenimientos preventivos.
- Administrar el presupuesto anual del área.
- Confeccionar plan de reparación y presupuesto para el período anual entrante.
- Dar seguimiento al cumplimiento de las acciones correctivas planificadas luego del análisis de fallas.
- Efectuar reuniones de análisis diarias y mensuales de resultados de paradas de máquina y equipos según procedimiento.
- Prever un espacio físico adecuado para el normal desarrollo de las actividades del área así como también un área para el emplazamiento de los moldes y las actividades relacionadas para tal fin.

- Prever un espacio físico para el almacenamiento de insumos y repuestos empleados en el desarrollo de las actividades de mantenimiento.

**Del responsable del área de mantenimiento (Jefe de Mantenimiento)**

- Dar cumplimiento de las de normas de Seguridad, promoviendo y observando en todo momento que sus colaboradores estén alineados con estos requerimientos.
- Confeccionar el cronograma anual y mensual de mantenimiento preventivo.
- Administrar y verificar el desarrollo de todas las actividades del área.
- Administrar el mantenimiento del stock de repuestos en planta.
- Registrar el cumplimiento del cronograma anual de mantenimientos preventivos.
- Confeccionar un reporte mensual del área y revisarlo en forma conjunta con el resto de las áreas (Producción, Calidad y Procesos), en el que se detallen los problemas presentados y las acciones correctivas aplicadas con el fin

de dar solución a los problemas y el avance de estas acciones con sus respectivos responsables.

### **De los técnicos de mantenimiento**

- Utilizar los elementos de protección personal y cumplir con las normas de seguridad.
- Efectuar el mantenimiento de máquinas y equipos según lo especificado en los estándares de instructivos para equipos principales y auxiliares de acuerdo a los cronogramas de mantenimientos preventivos elaborados por el responsable del área.
- Verificar que el funcionamiento de los equipos reparados se encuentre dentro de los parámetros estándar.
- Registrar todas las tareas a realizar en una Orden de trabajo (OT) (Ver orden de Trabajo en Apéndice 3)

### **De los responsables de producción (Supervisores de producción)**

- Facilitar y coordinar en forma conjunta el mantenimiento de máquinas, moldes y equipos según lo especificado en los estándares mencionados.

## **IV. PROCEDIMIENTO:**

### **IV.1. Mantenimiento Preventivo**

#### **IV.1.1. Planificación**

El jefe de mantenimiento, conjuntamente con el jefe de producción, deberá elaborar un cronograma anual de mantenimientos preventivos de Equipos Principales y Auxiliares de Inyección, el cual deberá ser publicado en las principales carteleras de la planta con el fin de que entre en conocimiento de los miembros de las áreas de producción y mantenimiento de la planta. (Véase Apéndice 4).

El mantenimiento de moldes de inyección se realizará cada vez que se realice un cambio de molde en producción y consistirá básicamente en tareas de limpieza de las partes principales del molde y en caso de ser necesario cambio de las partes intercambiables del molde (cores y neck ring).

El cronograma de mantenimiento se deberá diagramar contemplando el menor tiempo de parada de la línea de manera de minimizar el impacto en la eficiencia de producción, así como también se deberá programar los mantenimientos de magnitud durante las paradas de

máquinas por exceso de inventario, en caso de existencia de esta opción.

Previo al comienzo de cada mes y en coordinación con el responsable de Producción se diagramarán las fechas de realización de los mantenimientos del mes, los planes de mantenimientos diagramados deberán estar publicados y disponibles en lugares visibles en el sector de manufactura.

La ejecución del mantenimiento deberá ser llevado a cabo por el jefe y los técnicos de mantenimiento y en caso de requerirlo deberán contar con la colaboración de los supervisores y operadores de inyección. Cualquier actividad que requiera de cambios que afecten el desarrollo de las actividades de producción deberá contar con la autorización del jefe de producción.

#### **IV.1.2. Realización**

Las tareas que se deberán llevar a cabo como parte de este mantenimiento, se detallan de forma específica en los siguientes instructivos:

- a. Instructivo de mantenimiento para máquinas inyectoras (Apéndice 5).
- b. Instructivo de mantenimiento para silo secador de materia prima (Apéndice 6).
- c. Instructivo de mantenimiento para chiller (Apéndice 7).
- d. Instructivo de mantenimiento para torres de enfriamiento y dosificador de pigmento (Apéndice 8).

#### **IV.1.3. Mantenimiento Correctivo**

Es toda actividad llevada a cabo por el personal técnico de mantenimiento al entrar en conocimiento -por cualquier medio-, de la detención, paro o mal funcionamiento de un equipo, para lo cual se deberá abrir una Orden de Trabajo de acción inmediata.

#### **IV.1.4. Acciones Correctivas**

Mensualmente, el responsable del área deberá efectuar un análisis de pareto de las paradas de máquinas acontecidas en el mes en curso y buscar la causa raíz de las paradas más significativas. Una vez encontradas las causas, se deberá implementar un plan de acción para la eliminación de las mismas y evitar su aparición en el futuro, toda acción



correctiva deberá dar lugar a la apertura de una Orden de Trabajo.

## **V. REGISTROS**

Todas las tareas realizadas por los técnicos de mantenimiento, de cualquier naturaleza que fueren (preventiva o correctiva), deben ser registradas en una Orden de trabajo (OT) en la misma se anotarán detalladamente la descripción del problema y la acción tomada para resolver el mismo, imputándose los repuestos utilizados del stock en la reparación.

Los registros generados por la aplicación de las actividades de Mantenimiento de máquinas y equipos deben archivar por tiempo no mayor a un año. Los registros físicos deben ser administrados por el Responsable de Mantenimiento. El Responsable de Mantenimiento debe asegurar el correcto archivo y conservación de estos Registros.

### **b. Diseño de un instructivo para el arranque de máquinas.**

Cuando se realizó el análisis de las causas de los elevados niveles de scrap se identificó como una causa principal al arranque de las máquinas. Cada vez que se detiene una

inyectora por un periodo de tiempo mayor a seis horas es preciso realizar un proceso de acondicionamiento de la máquina de modo que esta pueda volver a funcionar de forma óptima, estas actividades no están estandarizadas y para ello se deben considerar algunos factores que hacen que el procedimiento pueda variar, estas condiciones son:

- Temperatura del secador
- Temperatura de la máquina y molde de inyección
- Presión interna de la máquina y de llenado en el tornillo de extrusión.
- Tiempos de refrigeración y de expulsión de las preformas.

Es en la unidad de control de la inyectora, a través de la interfaz hombre – máquina que se puede regular el funcionamiento de la máquina ingresando por aquí los parámetros estándares para iniciar la producción.

Para que el proceso de arranque de las máquinas se cumpla sin mayores contratiempos, se ha detallado un instructivo con el fin de que sea distribuido entre el personal a cargo de las inyectoras, en este instructivo se detallan los valores estándares requeridos para el inicio de una producción segura y la serie de actividades que se deben desempeñar antes de reiniciar la

producción, este instructivo se detalla en el Apéndice 9 y debe ser distribuido a todos los supervisores, técnicos y operadores del área de inyección con el fin de que lo pongan en práctica cada vez que sea necesario.

Los valores estándares se establecieron realizando una revisión de la información de los manuales de originales de los equipos a los cuales solo tiene acceso el jefe de producción y bajo su autorización puede acceder a ellos el jefe de mantenimiento, estos manuales están en inglés y sólo los supervisores bajo la autorización de alguno de los 2 jefes pueden hacer uso de los mismos, siendo ellos los encargados del funcionamiento de las máquinas deben ser los más indicados para conocer esta información.

#### **c. Diseño de un procedimiento para la planeación de la producción.**

Dado que durante el análisis de los problemas de inyección se encontró que en esta área no se cuenta con un plan de producción mensual en el que se detallen las cantidades por formato a producir orientado a satisfacer la demanda de productos por cliente, en este punto se desarrollará un plan de producción que permita cumplir con estas necesidades basado en las capacidades de producción de las líneas de inyección, para lo cual se establecerán los siguientes parámetros:

- Plan de mantenimiento preventivo.
  - Demanda por producto.
  - Capacidad de producción por línea.
  - Política de inventarios.
  - SETUP, referido a cada uno de los tipos de molde y línea de producción.
  - Registro de inventarios.
- 
- **Plan de mantenimiento preventivo:** El tiempo efectivo con el que se contará para realizar la producción durante un determinado periodo deberá descontar las horas destinadas para realizar los mantenimientos preventivos propios de cada línea a fin de disponer de equipos aptos para la producción.
  - **Demanda por producto:** La demanda por producto es información que deberá proveer a producción el área comercial de la empresa, mensualmente la Gerencia Comercial emite el requerimiento de preformas en base al presupuesto de ventas, el mismo que se actualiza con órdenes de compra de los clientes principales de preformas y envases de la compañía, el plan de ventas o budget de ventas es elaborado por la gerencia comercial para un periodo de un año con las

respectivas actualizaciones mensuales. Esta demanda deberá especificar las cantidades por formatos, detallada por peso de preforma y color que se requerirá producir para satisfacer la demanda mensual tanto de preformas como de envases, para ello se empleará el formato detallado en el Apéndice 10.

- **Capacidad de producción por línea:** Es la cantidad de producto que puede ser obtenido por la línea de inyección durante cierto tiempo, su planificación y control tiene como objetivo adecuar la capacidad del área de inyección en función de la variación de la demanda.
- **Política de inventarios de la empresa:** Por cuestiones de seguridad de abastecimiento oportuno del producto a sus clientes y debido a que se tiene un tiempo de respuesta lentos a los cambios en la producción (al menos 1 día en los casos que requieren de un cambio de molde), la empresa mantiene una política de inventarios de 7 días de piso para los productos de mayor rotación a los que nos referiremos como productos tipo A (están incluidos en este grupo los productos requeridos por clientes de otras provincias) y 3 días para los demás productos a los que nos referiremos como productos tipo B, la separación de los productos en estos 2 grupos ha sido realizada en base al volumen de venta mensual

de las preformas por cada color que actualmente se produce en la empresa, esta clasificación se describe en la tabla a continuación:

**TABLA 3.1**  
**CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS DEL INVENTARIO**

| CLASIFICACIÓN                                                                          | GRAMAJES POR COLORES |      |         |         |    |      |         |        |       |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|---------|---------|----|------|---------|--------|-------|---------|
|                                                                                        | Ámbar                | Azul | Celeste | Cristal | UV | Gris | Naranja | Rosada | Verde | Fontana |
| <b>Productos A</b><br>16% del catálogo<br>de productos<br>80% del volumen<br>de ventas |                      |      | 22      | 22      |    |      |         |        |       |         |
|                                                                                        |                      |      |         | 28      |    |      |         |        |       |         |
|                                                                                        |                      |      |         | 44      |    |      |         |        | 44    |         |
|                                                                                        |                      |      |         | 56      |    |      |         |        |       |         |
|                                                                                        |                      |      |         | 60      |    |      |         |        |       |         |
|                                                                                        |                      |      |         | 62      |    |      |         |        |       |         |
| <b>Productos B</b><br>74% del catálogo<br>de productos<br>20% del volumen<br>de ventas |                      | 18   |         | 18      | 18 |      | 18      |        | 18    |         |
|                                                                                        |                      | 22   |         |         | 22 |      |         |        | 22    |         |
|                                                                                        |                      | 25   | 25      | 25      | 25 |      |         | 25     | 25    |         |
|                                                                                        |                      | 28   | 28      |         |    |      |         |        | 28    | 28      |
|                                                                                        |                      | 44   |         |         |    |      | 44      |        |       | 44      |
|                                                                                        |                      | 47   | 47      | 47      |    |      | 47      |        | 47    |         |
|                                                                                        | 56                   | 56   | 56      |         |    | 56   |         |        | 56    | 56      |
|                                                                                        |                      | 60   | 60      |         | 60 |      |         |        | 60    | 60      |
|                                                                                        |                      |      |         |         |    |      |         |        | 62    |         |
|                                                                                        |                      |      | 89      | 89      |    |      |         |        |       |         |

Bajo esta clasificación, los productos tipo A se producen para inventario y los productos tipo B se producen bajo pedido esto debido a que su demanda es menor respecto a los primeros.

- **SETUP:** El tiempo de set-up es la cantidad de tiempo necesario en para realizar una cambio de molde o de cores y preparar la inyectora para producir preformas diferentes, de acuerdo con el trabajo que se realiza en el área de inyección, el tiempo que se requiere para realizar un cambio de molde o de cores varía de acuerdo con la máquina o molde que se vaya a cambiar tal como se detalla en la tabla a continuación:

**TABLA 3.2**  
**SET UP REQUERIDO PARA CAMBIOS DE MOLDE Y CORE POR LINEA**

| LINEA | No<br>CAVIDADES | HORAS REQUERIDAS  |                   |
|-------|-----------------|-------------------|-------------------|
|       |                 | CAMBO DE<br>MOLDE | CAMBIO DE<br>CORE |
| 1     | 56              | 8                 | 4                 |
| 2     | 48              | 6                 | 3                 |
| 3     | 48              | 6                 | 3                 |
| 4     | 48              | 6                 | 3                 |
| 5     | 32              | 5                 | 3                 |
| 6     | 48              | 6                 | 3                 |
| 7     | 48              | 6                 | 3                 |

La información de esta tabla fue proporcionada por el Jefe de Producción de la empresa y se ha obtenido mediante el monitoreo al procedimiento de cambios en cada máquina.

El tiempo que se emplea para estos cambios se deberá descontar del tiempo efectivo con el que se cuenta para producir durante el mes en que se realiza el programa.

- **Registro de inventario:** En la empresa la toma de inventario es manual y se realiza todos los días y la información es proporcionada por el departamento de logística puntualmente a los departamentos de producción y comercial con la finalidad de contar con información a tiempo de los stocks por cada producto, con esta información se puede priorizar la necesidad de iniciar o no la producción de determinado ítem, un modelo del inventario que se genera en el departamento de logística

se muestra en el Apéndice 11, la empresa carece de sistemas que permitan automatizar la toma de inventarios.

Una vez que se han definidos los parámetros principales para el plan de producción se partirá primero de la elaboración de un plan agregado de producción el que servirá para la elaboración de un plan maestro o estructurado con un nivel mayor de detalle.

**Plan Agregado de Producción (PAP):** Se lo define como el Plan de Producción a medio plazo, factible desde el punto de vista de la capacidad, que permita lograr el plan estratégico de la manera más eficaz posible. El término agregado surge del hecho de que en este nivel de planeación se consideran “familias” de productos (gramajes de preformas) y no los productos individualizados (preformas por gramaje y color) que se generan en el área de inyección. El plan agregado es un plan mensual que tiene como objetivo principal establecer el número de días al mes por cada línea de producción que se deberán dedicar para la elaboración de un determinado gramaje de preforma.

La información que se requiere para elaborar este plan es:



- Requerimiento de preformas por gramaje, establecido en base a la demanda de los clientes, esta información es extraída del presupuesto de ventas del área comercial.
- Capacidad mensual de producción de cada formato de preformas por línea de producción, esta es la capacidad promedio de producción la cual es establecida en base al promedio diario de producción de las máquinas en condiciones normales de trabajo.
- El inventario de preformas con el que se inicia el periodo para el cual se realiza el plan de producción, este inventario es proporcionado por el área de logística.

El resultado de este plan además de ser empleado para elaborar el plan maestro de producción permite tener una visión del inventario de producto al final del mes, con lo cual el programador de producción puede evaluar cual será la situación de los stocks al inicio del siguiente mes, y en los casos de ser necesarios, determinar si hará falta importar preformas en caso de no cubrir toda la necesidad de producto.

La estructura del PAP quedará definida en una matriz alimentada por la información antes mencionada, en la primera columna (C.1) se detallarán los

nombres de los principales clientes identificados con letras del alfabeto de la A a la J, el cliente K representa la sumatoria de las demandas de varios clientes pequeños cuyo requerimiento mensual no es lo suficientemente grande como para considerarlos por separado.

|       | C. 1               | C. 2 | C. 3 | C. 4 | C. 5 | C. 6 | C. 7 | C. 8 | C. 9 | C. 10 | C. 11 | C. 12 | C. 13 |
|-------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| F. 1  | CLIENTES           | 18   | 22 s | 22 l | 25   | 28   | 44   | 47   | 56   | 60    | 62    | 89    | TOTAL |
| F. 2  | CLIENTE A          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 3  | CLIENTE B          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 4  | CLIENTE C          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 5  | CLIENTE D          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 6  | CLIENTE E          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 7  | CLIENTE F          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 8  | CLIENTE G          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 9  | CLIENTE H          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 10 | CLIENTE I          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 11 | CLIENTE J          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 12 | CLIENTE K          |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 13 | TOTAL DEMANDA      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 14 | INVENTARIO INICIAL |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 15 | CAPAC.PRODUCCION   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| F. 16 | INVENTARIO FINAL   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |

**FIGURA 3.2 MATRIZ PRINCIPAL PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN**

A partir de la columna 2 (C.2) hasta la columna 12 (C.12) se ingresarán las cantidades de producto requerido por formato de cada uno de los clientes considerados en el presupuesto de ventas, la columna 13 (C.13) es la suma del total de la demanda del cliente.

La fila 13(F.13) se realiza la sumatoria de las demandas de cada gramaje de preforma en el mes. En la fila 14(F.14) se debe ingresar la cantidad de cada tamaño de preformas con que se cuenta en el inventario al momento de realizar el PAP. La fila 15(F.15) es el producto de la capacidad de cada línea de producción por el período de tiempo en el mes que será necesario

destinarle a la línea de producción a fin de cubrir las cantidades demandadas y asegurar un nivel de inventario satisfactorio para el mes siguiente, este cálculo se evidencia en la siguiente matriz:

|           |       | DÍAS DE PRODUCCIÓN REQUERIDOS POR GRAMAJE |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    | DÍAS<br>PROD. |
|-----------|-------|-------------------------------------------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------|
| CAPACIDAD | LINEA | 18                                        | 22 s | 22 l | 25 | 28 | 44 | 47 | 56 | 60 | 62 | 89 |               |
|           | L1    |                                           |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
|           | L2    |                                           |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
|           | L3    |                                           |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
|           | L4    |                                           |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
|           | L5    |                                           |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
|           | L6    |                                           |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |               |
|           | L7    |                                           |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |               |

**FIGURA 3.3 MATRIZ SECUNDARIA PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN  
- INGRESO DE DÍAS DE PRODUCCIÓN**

En esta matriz se deberá reflejar el número de días que en cada línea se requerirán para producir una determinada cantidad de producto, los cuales vinculados con la capacidad de la línea (establecida en términos de la velocidad diaria de producción de la línea) ofrecerán la cantidad final que se podrá producir.

Finalmente en la fila 16(F.16) se indica el inventario de preformas proyectado al cierre del periodo de programación como resultado de la diferencia entre la cantidad total de preformas disponibles para el mes (capacidad de producción del mes más el inventario inicial) y la demanda global de cada formato de preforma. Con toda la información que se ha detallado se elabora el PAP, el mismo que se genera en una hoja de cálculo y tiene una estructura completa como la detallada en la figura 3.4 a continuación:

|            |                   |          |
|------------|-------------------|----------|
| ELABORADO: | FECHA ELABORACION | 02-10-07 |
| APROBADO:  | VERSION           | 1        |

| REQUERIMIENTO POR GRAMAJE / DEMANDA POR CLIENTE |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
|-------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| CLIENTES                                        | 18               | 22 short         | 22 long          | 25               | 28               | 44               | 56               | 60               | 62               | 89               | TOTAL             |
| CLIENTE A                                       |                  | 2.397.000        | 1.950.000        |                  | 2.355.000        | 8.300.000        | 2.584.000        | 3.503.000        | 2.207.000        |                  | 23.296.000        |
| CLIENTE B                                       |                  | 2.000.000        | 1.500.000        |                  |                  | 1.000.000        |                  |                  | 1.000.000        |                  | 7.300.000         |
| CLIENTE C                                       |                  | 1.716.000        |                  | 378.000          |                  |                  |                  |                  |                  |                  | 2.094.000         |
| CLIENTE D                                       | 861.000          | 1.700.000        |                  | 150.000          |                  | 10.000           |                  |                  |                  |                  | 2.721.000         |
| CLIENTE E                                       |                  |                  |                  |                  |                  |                  | 600.000          |                  |                  | 600.000          | 1.200.000         |
| CLIENTE F                                       |                  | 26.000           |                  | 450.000          |                  |                  | 10.000           |                  | 4.000            |                  | 490.000           |
| CLIENTE G                                       |                  |                  |                  | 900.000          |                  | 96.000           |                  |                  |                  |                  | 996.000           |
| CLIENTE H                                       | 75.000           |                  |                  | 40.000           |                  | 130.000          | 40.000           |                  |                  |                  | 285.000           |
| CLIENTE I                                       | 330.000          | 45.000           |                  |                  |                  | 22.000           | 40.000           | 30.000           |                  |                  | 467.000           |
| CLIENTE J                                       |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  | 496.000          | 496.000           |
| CLIENTE K                                       | 117.000          | 154.000          |                  | 16.000           |                  | 37.000           | 27.000           | 33.000           |                  |                  | 384.000           |
| TOTAL DEMANDA                                   | <u>1.383.000</u> | <u>8.038.000</u> | <u>3.450.000</u> | <u>1.934.000</u> | <u>2.355.000</u> | <u>9.595.000</u> | <u>3.301.000</u> | <u>3.566.000</u> | <u>3.211.000</u> | <u>1.096.000</u> | <u>39.729.000</u> |
| CAPACIDAD PRODUCCION                            | 1.520.000        | 4.860.000        | 4.096.000        | 3.104.000        | 1.120.000        | 8.880.000        | 3.080.000        | 3.471.000        | 3.815.500        | 809.100          | 36.411.600        |
| INVENTARIO INICIAL                              | 1.615.000        | 5.128.000        | 2.624.000        | 1.376.880        | 2.080.000        | 1.400.000        | 497.000          | 507.000          | 532.580          | 406.100          | 16.454.560        |
| INVENTARIO FINAL                                | 1.762.000        | 1.950.000        | 3.270.000        | 2.546.880        | 845.000          | 685.000          | 276.000          | 412.000          | 1.137.080        | 119.200          | 13.137.160        |

| DIAS DE PRODUCCIÓN REQUERIDOS POR GRAMAJE |       |     |    |      |      |     |      |      |      |      |                 |
|-------------------------------------------|-------|-----|----|------|------|-----|------|------|------|------|-----------------|
| CAPACIDAD                                 | LINEA | 18  | 22 | 22   | 25   | 28  | 44   | 56   | 60   | 62   | DÍAS PRODUCCIÓN |
| 324.000                                   | L1    |     |    | 15,0 |      |     |      |      | 14,0 |      | 29,0            |
| 184.000                                   | L2    |     |    |      |      |     | 20,0 |      |      | 9,0  | 29,0            |
| 184.000                                   | L3    |     |    |      |      |     | 20,0 |      |      |      | 29,0            |
| 152.000                                   | L4    |     |    |      |      |     | 10,0 |      |      | 19,0 | 29,0            |
| 190.000                                   | L5    | 8,0 |    |      | 13,0 | 7,0 |      |      |      |      | 28,0            |
| 154.000                                   | L6    |     |    |      |      |     |      | 20,0 |      |      | 29,0            |
| 256.000                                   | L7    |     |    | 16,0 | 4,0  |     |      |      | 8,0  |      | 28,0            |

FIGURA 3.4 ESTRUCTURA FINAL DEL PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN EJEMPLO DE UN MES DE PROGRAMACIÓN

Después que se haya aprobado el PAP, se debe proceder a desagregar este programa por cada familia de producto, es decir, se debe elaborar el Plan Maestro de Producción.

Más adelante en el punto 3.2.1 se presentará la programación de producción que se ejecutó durante el segundo semestre del año 2.007 (fecha a partir de la cual se puso en ejecución este plan).

**Plan Maestro de Producción (PMP):** Es una herramienta que posibilita la concreción del plan agregado, a través de la determinación de la cantidad neta de productos que hay que producir en determinado período de tiempo, considerando la capacidad de producción de la planta.

Alcanzar un PMP supone un procedimiento que parte del plan agregado seleccionado como el más conveniente que, en términos generales, es el siguiente:

- En primer lugar, hay que desagregar el plan agregado, en términos de componentes de la familia de productos, basados principalmente en el requerimiento de los clientes.

- Luego, hay que desagregar el tiempo para definir un horizonte preciso, en el caso de esta empresa las programaciones se realizan de forma mensual.
- En seguida, se ejecutan ciertos cálculos sencillos que relacionan los datos del plan agregado con previsiones a corto plazo, disponibilidades de inventario, pedidos en curso y otras fuentes de demanda, para obtener un PMP inicial o propuesto.
- Esta propuesta se convierte en un “Plan de carga aproximado” que se coteja con la capacidad disponible para determinar la posibilidad de implementarlo.
- Si no hay incoherencias se aprueba el PMP propuesto, de lo contrario se lo modifica, los responsables de aprobar este PMP son el Jefe de Inyección en primera instancia y al final por el Gerente Comercial.

Una vez que se ha realizado el análisis de la información antes mencionada y con un PAP aprobado, se puede proceder con la elaboración del PMP, el objetivo principal de este plan es distribuir los días por cada gramaje con su respectivo color en las líneas de producción, en este plan se puede detallar además para qué cliente está destinada esta producción, el día en que se

deberá realizar un cambio de molde o cores para producir otro gramaje, estos cambios son introducidos por el planificador de producción y acordados con el Jefe de Producción, para finalmente ser revisados y autorizados por la Gerencia Comercial. La estructura final del PMP es una matriz con el nivel de detalle que se presenta a continuación:

| PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN |    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| MES:                       |    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| C1                         | C2 | C3                | C4                | C5                | C6                | C7                | C8                | C9                | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | C16 | C17 | C18 | C19 | C20 | C21 | C22 | C23 |
| LINEAS DE INYECCIÓN        |    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            |    | L1                | L2                | L3                | L4                | L5                | L6                | L7                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            |    | Gr. Prod. Cliente | Gr. Prod. Cliente | Gr. Prod. Cliente | Gr. Prod. Cliente | Gr. Prod. Cliente | Gr. Prod. Cliente | Gr. Prod. Cliente |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| SW                         |    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 1                          | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2                          | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3                          | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4                          | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 5                          | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6                          | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 7                          | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 8                          | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 9                          | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 10                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 11                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 12                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 13                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 14                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 15                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 16                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 17                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 18                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 19                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 20                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 21                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 22                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 23                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 24                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 25                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 26                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 27                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 28                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 29                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 30                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 31                         | 1  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                            | 2  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

En esta matriz la columna 1(C.1) se detallan los días del mes en los cuales se realizará la producción, la columna 2(C.2) se divide cada día en los 2 turnos en los que se trabaja en la planta. Las demás columnas representan por cada línea de inyección el gramaje a producir (C 3, C.6, C 9, C.12, C.15, C.18, C.21), la cantidad estimada a producir en el turno (C.4, C.7, C.10, C.13, C.16, C 19, C 22) y el cliente para el cual se realiza dicha producción (C 5, C.8, C.11, C.14, C.17, C.20, C.23).

Una de las decisiones más importantes para partir con la programación es determinar cuál será la preforma con la que cada línea deberá iniciar la producción, para ello es preciso revisar el nivel del inventario de las preformas así como la cantidad demandada del producto para el mes, de manera que se elija el producto que tiene un inventario muy bajo o una demanda por demás elevada y que requiere de atención inmediata para suplir la necesidad del cliente, en este caso se toma en cuenta la decisión del Gerente Comercial que es quien conoce la necesidad de los clientes.

Al igual que con el PAP, el PMP queda plasmado en una hoja electrónica a manera de cronograma por cada línea de inyección, la estructura final se muestra en la figura 3.6 a continuación:





Definida la estructura que tendrán los planes de producción agregado y maestro se definirá a demás un procedimiento para que sea aplicado en el área de producción.

## **PROCEDIMIENTO PARA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.**

### **I. OBJETIVO:**

Definir las actividades relacionas al procedimiento de planificación y control de la planificación, así como las responsabilidades de los actores de este proceso

### **II. ALCANCE:**

El proceso se inicia con la recopilación de la información de demandas y culmina hasta verificación del almacenamiento en bodegas del producto terminado listo para su despacho.

### **III. RESPONSABILIDADES:**

#### **Del responsable del área comercial (Gerente Comercial):**

- Proporcionar información basada en análisis, pronósticos y presupuesto acerca de la demanda actual y futura de los clientes en detalle de formatos (peso, color, cantidad).

#### **Del responsable de producción (Jefe de Producción):**

- Proporcionar información actualizada de la capacidad de producción y futuras cambios que puedan afectar a la misma, además, de información para el adecuado control de la planificación.

**Del responsable de operaciones (Gerente de Operaciones):**

- Brindar apoyo a las actividades de planificación de producción.

**Del responsable de la planificación (Programador de Producción)**

- Asegurar que este procedimiento sea cumplido.
- Recopilar la información generada por los demás involucrados en el procedimiento.
- Asegurar la disponibilidad de los materiales directos e indirectos requeridos para la producción y elaborar los planes de producción maestro y agregado.

**Del responsable del área de bodega y despachos (Jefe de Logística):**

- Proporcionar información precisa acerca de inventarios de producto disponible en bodega al inicio de cada periodo de planificación y diariamente para el control.

#### **IV. PROCEDIMIENTO**

El responsable del área comercial proporciona información acerca de requerimientos de clientes en cantidades, formatos y tiempos de entrega, de igual forma el responsable de bodega informa sobre inventarios de producto terminado en bodega y materiales directos e indirectos con el propósito de que el responsable de planificación conozca acerca de las cantidades a producir y realizar el cálculo de requerimiento de materiales, paralelamente el responsable de producción proporciona información acerca del estado de las máquinas para establecer cambios que puedan afectar a la capacidad de producción durante el periodo establecido.

El responsable de planificación establece la capacidad de producción y posteriormente las necesidades de producción en unidades físicas, además de diseñar el plan de producción agregado y plan de producción maestro para el área en color, gramaje, fechas y cantidades a producir.

El planificador realiza el cálculo de la necesidad de materiales directos e indirectos, esta información es trasladada al

departamento de compras para realizar la compra y abastecimiento de materiales.

El responsable de compras realiza el contacto con proveedores de materiales a fin de establecer precios más convenientes y plazos de entregas, se informa al planificador cualquier cambio en los tiempos de entrega que puedan afectar la cadena de suministro, además, verifica la recepción de los materiales en bodega e informa de su arribo a planta al planificador.

Diseñado el plan de producción es registrado en los formatos de Plan de Producción Agregado y Plan de Producción Maestro del área de inyección, los cuales son entregados al Responsable de Producción, Gerente Comercial y Gerente de Operaciones para su aprobación y seguimiento.

El responsable de producción se encarga de establecer los recursos necesarios para el cumplimiento del plan de producción e informa acerca de niveles de eficiencia y mantenimientos preventivos para evitar que estos afecten el desarrollo del plan de producción.

El responsable de producción emite diariamente registro de las cantidades producidas y consolida en el Registro Diario de Producto Terminado (Apéndice 12) al término del periodo de planificación para realizar la medición del cumplimiento del mismo.

Terminado el proceso productivo se realiza la verificación del producto en bodega, este debe ser realizado no únicamente al término de cada periodo de planificación, sino al término de cada jornada con el propósito de controlar el desarrollo del plan y realizar ajustes al mismo al momento de ser necesario. Esto se realiza con los registros de producción (**RDPT**) y se establece el impacto de la desviación para la toma de decisiones en caso de no cumplirse el plan de producción.

## **V. REGISTROS DE LA INFORMACIÓN**

Los registros que se generan como resultado de este procedimiento deberán ser administrados por el Programador de Producción quien deberá asegurar el correcto archivo y conservación de los registros detallados a continuación:

- Plan Agregado de Producción
- Plan Maestro de Producción
- Registro diario de Producto Terminado

**d. Empleo de un nuevo sistema de embalaje de producto terminado utilizando cestas metálicas.**

En el capítulo 2 se pudo cuantificar el gasto anual que tiene la empresa por concepto de material de empaque para las preformas, por lo que esto fue considerado como un punto a mejorar con el fin de lograr reducción de este gasto. El sistema actual de empaque es un sistema de cajas de cartón y pallets, la nueva propuesta considera una inversión en cestas metálicas de uso continuo con las que se eliminaría el uso de cajas de cartón y pallets de madera.

Este tipo de cestas metálicas, son fabricadas en material electrogalvanizado, lo cual garantiza la calidad, resistencia y durabilidad de estas cestas, la estructura y forma se pueden apreciar en la figura 3.7.

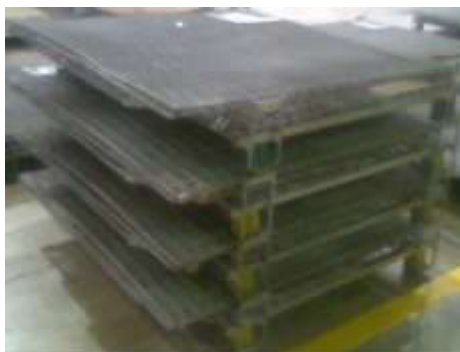


**FIGURA 3.7 CESTA METÁLICA PLEGABLE**

El diseño de estas cestas permite que sean elevadas por montacargas de la misma forma como se lo hace actualmente con las cajas de cartón y que se puedan apilar una sobre otra con total seguridad, además de ello existen algunas ventajas que se pueden anotar con el uso de estas cestas:

- Brindan mayor protección y seguridad al producto, evitando así las pérdidas o daños por estiba, manipulación, transporte o almacenamiento, reduciendo también los tiempos de reproceso.
- Se adaptan fácilmente a todo tipo de transporte (montacargas manual, industrial, etc.).
- Elevan la eficiencia y productividad de la operación al reducir en más de un 50% los tiempos de movimiento, en el área de embalaje de producto terminado, donde para preparar la caja de cartón hay que asegurar el cartón con canutos en las esquinas, asegurar la tapa a la caja con zunchos, grapas y stretch film, todas estas actividades serían eliminadas.
- Permiten el apilamiento de hasta 5 unidades, sin embargo por temas de seguridad en la empresa la estiba autorizada es de 4 unidades.
- Al ser desplegadas, economizan espacio permitiendo el total aprovechamiento del área de almacenamiento cuando no están siendo utilizadas, tal como se muestra en la figura 3.8.





**FIGURA 3.8 CESTAS METÁLICAS PLEGADAS**

- Se reduciría el uso de material de embalaje únicamente al plástico o funda interior donde se depositarían las preformas, este componente representa solo el 22% del gasto total en material de empaque.
- Se eliminaría los problemas en la producción ocasionados por el retraso en la entrega de las cajas de cartón de parte del único proveedor con el que cuenta la empresa, el mismo que tiene una velocidad de respuesta de hasta 3 semanas para cumplir con un nuevo pedido.

Para implementar este nuevo sistema de empaque se requerirá tener las siguientes consideraciones:

- **Cuantificar las cantidades cestas metálicas que se necesitarán.**

Para realizar el cálculo de las cestas metálicas que serán necesarias para el nuevo sistema de empaque se tomará en cuenta la información histórica del

consumo de cajas de cartón del año 2.006, como se mencionó en el capítulo 2 las cajas de cartón suelen ser reutilizadas de modo que durante un mes el número de cajas consumidas en el área de inyección está conformado por cajas nuevas y cajas usadas, por lo que es necesario considerar la rotación y el retorno de las cajas, de este modo con la información histórica podemos calcular el número promedio mensual de cajas que se emplean realmente y que serán reemplazadas por las cestas metálicas.

**TABLA 3.3**  
**DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CAJAS USADAS EN INYECCIÓN**

|                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | Total  |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Cajas requeridas      | 3.653 | 3.563 | 3.382 | 3.825 | 3.682 | 3.737 | 3.380 | 3.333 | 3.269 | 3.568 | 3.219 | 3.399 | 42.011 |
| Cajas nuevas          | 1.389 | 1.047 | 1.471 | 790   | 1.015 | 1.256 | 1.428 | 1.042 | 1.418 | 1.627 | 1.089 | 1.208 | 14.780 |
| Cajas reutilizadas    | 1.825 | 1.966 | 1.401 | 2.867 | 2.210 | 1.912 | 1.185 | 1.727 | 1.427 | 1.178 | 1.761 | 1.431 | 20.890 |
| Total cajas empleadas | 3.214 | 3.013 | 2.872 | 3.657 | 3.225 | 3.168 | 2.613 | 2.769 | 2.845 | 2.805 | 2.850 | 2.639 | 35.670 |
| Rotación del mes      | 1,14  | 1,18  | 1,18  | 1,05  | 1,14  | 1,18  | 1,29  | 1,20  | 1,15  | 1,27  | 1,13  | 1,29  | 1,18   |

En la tabla 3.3, las **cajas requeridas** corresponden a las unidades de empaque que se armaron en cada mes, las **cajas empleadas** están constituidas por **cajas nuevas** y **cajas reutilizadas**, estos valores son controlados en el departamento de logística, pues desde aquí se hace el ingreso del material a las áreas de producción, en ninguno de los casos el número de cajas empleadas fue igual o mayor al número de cajas requeridas, mantenido un promedio de aproximadamente 482 cajas de diferencia entre lo que se requirió y lo que realmente se empleo, es decir, el número de cajas que estuvieron rotando. Esta información permite

establecer el promedio de unidades de empaque generadas en el periodo, así como también el promedio de cajas que realmente se emplearon para cubrir esta necesidad de empaque:

|                                              |                  |
|----------------------------------------------|------------------|
| <b>Promedio mensual cajas requeridas</b>     | 3.501 unidades   |
| <b>Promedio mensual cajas usadas</b>         | 3.019 unidades   |
| <b>Promedio mensual de cajas en rotación</b> | 541 unidades     |
| <b>Promedio mensual de rotación</b>          | 1,18veces/unidad |

Las cajas no permanecen todo el tiempo en la empresa, se reparten entre las bodegas de los clientes y la bodega de la empresa, estas últimas se diferencian entre cajas destinadas para consumo local, cajas con preformas para exportación y las cajas vacías que están disponibles para el uso diario, con la información del departamento de logística respecto a las entregas que se hacen se puede identificar el porcentaje de cajas en cada destino.



**FIGURA 3.9 COMPOSICIÓN Y UBICACIÓN DE LAS CAJAS EMPLEADAS**

En el año 2.007 las unidades de empaque requeridas para almacenar la producción también bordeó el promedio de las 3.500 cajas, usándose en realidad cerca de 3.000 cajas, se debe tener en cuenta que de este total de cestas empleadas el 10% se ha destinado para la exportación de preformas, para ello se debe descontar esta cantidad de las cestas requeridas, pues las exportaciones deben mantenerse en cajas de cartón, por lo que se ha considerado que el número de cestas que la empresa debería adquirir con el fin de reemplazar las cajas de cartón es 2.700 cestas metálicas, de esta forma se tendrían las 500 cestas para rotación.

- **Establecer un acuerdo con los principales clientes locales consumidores de preformas para el empleo de las cestas y su retorno previo al uso del producto.**

El 80% de las ventas de preformas se cumplen con 3 clientes locales (uno de estos tiene una planta en Quito a la cual la empresa también realiza el abastecimiento), con los cuales la empresa tiene establecido acuerdos de suministro de preformas y entrega el producto en la planta de estos clientes, por lo que se emplearía los mismos camiones repartidores para el retorno de las cestas metálicas una vez que estas hayan sido desocupadas por el cliente, además, si el área comercial y la gerencia de la empresa consideran conveniente, como incentivo para que el cliente procure el cuidado de las

cestas se podría realizar un descuento en el precio del producto debido a que el precio de la preforma incluye un rubro por el valor de la caja de cartón.

El 20% restante se realiza a un grupo de clientes de provincias de la sierra los cuales hacen retiro de las preformas en las bodegas de la empresa con sus propios camiones y actualmente mantienen con la empresa un acuerdo de devolución del material de empaque (cajas, tapas y pallets), el cual podría mantenerse igual con las cestas metálicas.

- **Designar una persona responsable del control del retorno de las cestas metálicas**

La entrega de las cestas se registraría en las guías de remisión que se generan al momento de despachar el producto en el departamento de logística, se requeriría del control del ingreso de las cestas metálicas a fin de asegurar la devolución de las cestas en el retorno de los camiones que realizan entrega de producto, para lo cual se necesitaría de una persona que se dedique a mantener este control y llevar en inventario de las cestas.

### **3.2. Establecimiento de los beneficios a obtenerse con la ejecución del plan de mejora.**

El beneficio que lograría la empresa con la implementación de las propuestas en la mayoría de los casos no se puede medir

en términos de beneficios económicos a continuación se detalla de forma puntual cuales serían los beneficios que lograría la empresa en caso de ponerlas en ejecución.

**Beneficios del mantenimiento:**

Esta propuesta no requiere de inversión monetaria por lo que no se puede definir en términos de dinero el beneficio que la empresa pudiera obtener, sin embargo, con el plan de mantenimiento preventivo, el procedimiento y los instructivos diseñados se espera:

- Prevenir o disminuir el riesgo de fallas en los equipos incluidos en este plan.
- Incrementar la capacidad de producción elevando la eficiencia de los equipos cuyos valores actuales se encuentran desmejorados básicamente por problemas de mal funcionamiento de la maquinaria involucrada en el proceso productivo.
- Incrementar la vida útil de los equipos de producción.

**Beneficios de la estandarización del proceso de arranque de máquina:**

Esta propuesta tampoco contempla inversión económica, considera la ejecución de una serie de tareas previamente coordinadas para reducir el impacto de las paradas de máquinas en los niveles de desperdicio generados

por arranques de máquinas ineficientes. Para ello se identificaron los puntos clave que se deben considerar y controlarlos al reiniciar la producción, de esta manera se espera que se pueda disminuir el nivel de desperdicio histórico que por este concepto se ha generado mensualmente.

#### **Beneficios de la programación mensual de producción:**

Con la aplicación de la programación de producción de acuerdo con el procedimiento diseñado durante el primer trimestre del año no se registraron cambios de molde que estuvieran fuera del programa de producción aprobado al inicio de cada mes, con lo que se pudo cumplir con las entregas de producto a los clientes dentro del tiempo requerido por los mismos sin mayores contratiempos, además de reducir la pérdida de tiempo por cambios de molde de última hora debidos a desabastecimientos por programaciones deficientes. Con el cumplimiento del programa de producción se consiguió además dar mayor confiabilidad en las entregas de producto a los clientes mejorando así la imagen de la empresa como proveedor ante sus clientes, en términos generales estos beneficios no son cuantificables.

#### **Beneficios del empleo de cestas metálicas:**

En el plan de mejoras planteado a la empresa, para llevar a cabo la propuesta número cuatro requiere que la empresa realice una inversión en la compra de cestas metálicas. El valor en el mercado de cada una de estas

cestas es de \$210.70, cabe resaltar que estas cestas tendrían que ser importadas y el valor fijado es el precio del producto puesto en planta (de acuerdo con cotizaciones realizadas con ayuda del departamento de compras de la empresa), el beneficio de esta propuesta se mediría en términos del ahorro que la empresa pudiera obtener en lugar de seguir invirtiendo anualmente en la compra del material de empaque requerido para formar las cajas de producto terminado.

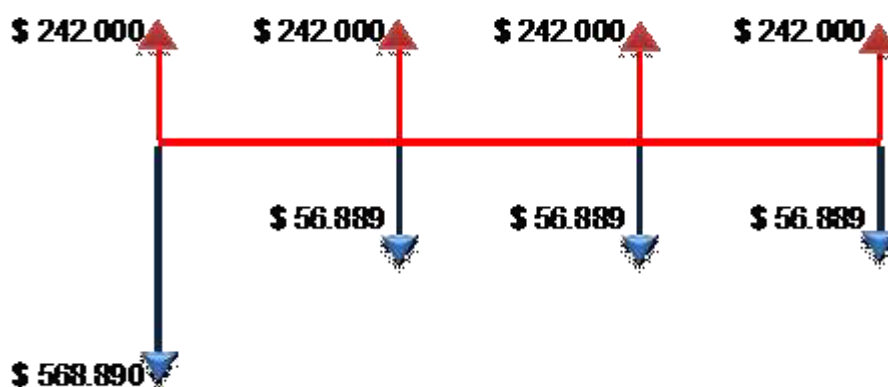
Para este análisis se ha considerado la compra de las 2.700 cestas metálicas (número establecido en el punto 3.1 de este capítulo), además de considerar el gasto anual en el que incurre la empresa en la compra de cajas de cartón de \$242.000 debido a que no se conoce la cantidad exacta que la empresa gastará en material de empaque se considera esta cantidad como constante, el análisis en estas condiciones no considera incrementos en el precio de las cajas de cartón, (de acuerdo con la información del área de compras, los precios del cartón son revisados anualmente por los proveedores y en ningún caso anterior han experimentado disminución en el precio del cartón sino más bien incrementos), por lo que si con un valor constante en gasto por este concepto se logra una mejoría con la nueva modalidad de empaque se confirmaría el beneficio de la propuesta.



El análisis de la conveniencia o no de la propuesta se realizará mediante el cálculo del VAN y la TIR de la misma, según los cuales un proyecto resulta conveniente si el valor del VAN de un flujo de efectivo en un determinado período de análisis es diferente de cero y cuando la TIR es mayor que la tasa de interés empleada en el cálculo.

El flujo de efectivo que se esperaría del proyecto se detalla en la figura 3.10 a continuación:

**(+) Ahorros de la propuesta**



**(-) Inversiones requeridas por la propuesta**

**(+)**



**(-)**

**FIGURA 3.10 FLUJO DE EFECTIVO DE LA PROPUESTA**

Los valores considerados como ahorros corresponden a las cantidades de dinero que la empresa dejaría de gastar anualmente en la compra del material empaque, mientras que los valores de las inversiones corresponden en el año cero al monto total invertido para comprar las 2.700 cestas metálicas y anualmente a una inversión de las cestas metálicas. El período de evaluación de la propuesta se lo realiza a 3 años contados después de realizada la inversión pues es el periodo que la compañía establece para este tipo de proyectos de inversión con una tasa del 15% también definida por la empresa para proyectos que implican inversión de capital. De acuerdo con los datos antes detallados los valores del VAN y la TIR se obtienen a continuación:

| <b>Datos</b>                                                                                                                                                                            |              | <b>Descripción</b>                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------|
| <b>i =</b>                                                                                                                                                                              | 15%          | Tasa exigida por la empresa.                        |
| <b>A<sub>0</sub> =</b>                                                                                                                                                                  | - \$ 326.890 | Costo inicial de la inversión por compra de cestas. |
| <b>A<sub>1</sub> =</b>                                                                                                                                                                  | \$ 185.111   | Rendimiento del primer año.                         |
| <b>A<sub>2</sub> =</b>                                                                                                                                                                  | \$ 185.111   | Rendimiento del segundo año.                        |
| <b>A<sub>3</sub> =</b>                                                                                                                                                                  | \$ 185.111   | Rendimiento del tercer año.                         |
| $VAN = A_0 + \frac{A_1}{(1+i)^1} + \frac{A_2}{(1+i)^2} + \frac{A_3}{(1+i)^3} = -\$326.890 + \frac{\$185.111}{(1+0.15)^1} + \frac{\$185.111}{(1+0.15)^2} + \frac{\$185.111}{(1+0.15)^3}$ |              |                                                     |
| <b>VAN =</b>                                                                                                                                                                            | \$95.760,08  | Valor neta actual de esta inversión.                |
| <b>TIR =</b>                                                                                                                                                                            | 32,02%       | Tasa que hace que el VAN sea igual a cero.          |

De acuerdo con el cálculo realizado trayendo a valor presente ambas inversiones, con la compra de las cestas metálicas se consigue durante los 3 años de análisis un VAN de \$95.760 y una TIR del 32%, considerando que los que se obtiene un VAN diferente de cero y una TIR superior a la tasa que la compañía exige, la propuesta de inversión en cestas metálicas resulta beneficiosa para la empresa.

### **3.3. Desarrollo del plan de mejoras**

Para cumplir con el plan de mejoras detallado en el punto 3.2 es preciso definir las actividades que deberán ser ejecutadas con miras a y las personas miembros de la empresa que serán los responsables del seguimiento y ejecución de las misma, en la tabla a continuación se ponen a consideración como deberá ejecutarse este plan, algunas de las actividades detalladas fueron puestas en ejecución durante los primeros meses del 2.008, en la columna status se especifica el nivel en que quedaron estas actividades al cierre de este proyecto.

**TABLA 3.4**  
**ACTIVIDADES Y RESPONSABLES DEL PLAN DE MEJORA**

| PROPUESTA DE MEJORA                  | ACTIVIDADES                                                                                                                                                                                              | RESPONSABLES                               | STATUS      | OBSERVACIONES                                                                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Plan de mantenimiento preventivo. | 1.1 Aprobación del procedimiento de mantenimiento preventivo.                                                                                                                                            | Gerente de Operaciones                     | Aprobado    |                                                                                                |
|                                      | 1.2 Aprobación del cronograma de mantenimiento.                                                                                                                                                          | Jefe de Inyección / Gerente de Operaciones | En revisión | Se estima puesta en ejecución para el segundo semestre del 2.008.                              |
|                                      | 1.3 Aprobación de instructivos para mantenimiento preventivo de máquinas inyectoras.                                                                                                                     | Jefe de Inyección / Gerente de Operaciones | Aprobado    |                                                                                                |
|                                      | 1.4 Aprobación de instructivos de mantenimiento para silo secador de materia prima.                                                                                                                      | Jefe de Inyección / Gerente de Operaciones | Aprobado    |                                                                                                |
|                                      | 1.5 Aprobación de instructivos de mantenimiento para chiller.                                                                                                                                            | Jefe de Inyección / Gerente de Operaciones | Aprobado    |                                                                                                |
|                                      | 1.6 Aprobación de instructivos de mantenimiento para torre de enfriamiento y dosificador de pigmento.                                                                                                    | Jefe de Inyección / Gerente de Operaciones | Aprobado    |                                                                                                |
|                                      | 1.7 Capacitar a los supervisores de mantenimiento, supervisores de producción de inyección y operadores del área sobre el uso y aplicación del procedimiento e instructivos de mantenimiento preventivo. | Jefe de Inyección / Gerente de RRHH        | Pendiente   | RRHH deberá desarrollar un plan de capacitación a ejecutarse en el segundo trimestre del 2.008 |

CONTINUACIÓN TABLA 3.4  
ACTIVIDADES Y RESPONSABLES DEL PLAN DE MEJORA

| PROPUESTA DE MEJORA                                          | ACTIVIDADES                                                                                                                                | RESPONSABLES                                                                                        | STATUS       | OBSERVACIONES                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Estandarización del proceso para el arranque de máquinas. | 2.1 Aprobación del instructivo para el arranque de inyectoras.                                                                             | Jefe de Inyección / Gerente de Operaciones                                                          | Aprobado     |                                                                                                                                                                                                   |
|                                                              | 2.2 Capacitar a los supervisores y operadores de producción de inyección sobre el uso y aplicación del instructivo de arranque de máquina. | Jefe de Inyección / Gerente de RRHH                                                                 | Realizado    | El instructivo está en uso desde enero del 2.008                                                                                                                                                  |
| 3. Plan de producción mensual.                               | 3.1 Aprobación del esquema diseñado para el PAP y PMP.                                                                                     | Jefe de Inyección / Gerente de Operaciones                                                          | Aprobado     |                                                                                                                                                                                                   |
|                                                              | 3.2 Diseño del PAP y PMP para el primer semestre del 2.008.                                                                                | Programador de Producción / Jefe de Inyección / Asistente de Gerencia Comercial                     | Realizado    | Al cierre de este proyecto se presentó a la Gerencia Comercial los planes de producción para el periodo en mención considerando las demandas proyectadas para dicho periodo por el área comercial |
|                                                              | 3.3 Ejecución mensual del PAP y PMP.                                                                                                       | Programador de Producción / Jefe de Inyección                                                       | En ejecución | Al aprobar la programación del primer semestre se puso en ejecución a partir de enero del 2.008                                                                                                   |
|                                                              | 3.4 Reuniones de seguimiento de los planes de producción diseñados.                                                                        | Programador de Producción / Jefe de Inyección / Gerente Comercial / Asistente de Gerencia Comercial | En ejecución | Semanalmente se deberán realizar reuniones de seguimiento en las que se revisará el cumplimiento del plan diseñado y la aplicación o no de cambios al mismo en casos urgentes que lo ameriten.    |

CONTINUACIÓN TABLA 3.4  
ACTIVIDADES Y RESPONSABLES DEL PLAN DE MEJORA

| PROPUESTA DE MEJORA                                      | ACTIVIDADES                                                                                                         | RESPONSABLES                                         | STATUS    | OBSERVACIONES                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.<br>Empleo de cestas metálicas para empacar preformas. | 4.1 Aprobación del cambio en el sistema de material de empaque de preformas (cestas metálicas por cajas de cartón). | Gerencia General / Gerencia Regional                 | Pendiente | Las ventajas de este sistema fueron presentadas a la Gerencia General, la aprobación depende del visto bueno del directorio en el exterior (EEUU) |
|                                                          | 4.2 Realizar la adquisición de las cestas metálicas.                                                                | Gerente de Operaciones / Jefe de Compras             | Pendiente | Con la aprobación se elabora la requisición y se emite la respectiva orden de compra                                                              |
|                                                          | Designar un responsable de logística para el control y registro de la rotación de las cestas metálicas.             | Gerente de Operaciones / Gerente de RRHH             | Pendiente |                                                                                                                                                   |
|                                                          | Notificar a los clientes el empleo del nuevo sistema de empaque.                                                    | Gerencia Comercial / Asistente de Gerencia Comercial | Pendiente | Desarrollar instructivos donde se indique la forma de uso de estas cestas y entregarlos a los futuros clientes usuarios del sistema.              |
|                                                          | Reemplazar progresivamente las cajas de cartón por las cestas metálicas en producción.                              | Jefe de Producción / Jefe de Logística               | Pendiente |                                                                                                                                                   |
|                                                          | 4.6 Controlar el egreso de las cestas metálicas.                                                                    | Supervisor de Despacho                               | Pendiente | Para este control se deberá registrar en las guías de remisión el número de cestas entregadas al cliente.                                         |

## **CAPÍTULO 4**

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

- ✓ Se pudo establecer que el área de inyección es la más importante para la empresa pues su nivel de producción representa el 76% de la producción total de la empresa.
  
- ✓ Una vez identificados los problemas de inyección se logró establecer que las condiciones de funcionamiento de los equipos inciden directamente sobre los niveles de producción y desperdicio del área, por lo que se consideró importante diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos principales de inyección destinado a disminuir los niveles de desperdicio, los cuales representaron a la empresa aproximadamente 200 Ton de desperdicio durante el periodo analizado en capítulo 2 de este estudio.

- ✓ Se diseñaron Planes Agregados y Maestros de Producción incluidos en un procedimiento para Programar la Producción, en el que se involucran a las áreas de ventas, producción y logística compartiendo información sobre demandas, capacidades e inventarios , ya que durante el análisis de los problemas se encontró que no existía un procedimiento estructurado para el manejo de la información antes mencionada lo cual contribuía a la descoordinación y a cambios no programados afectando el cumplimiento en la entrega de los pedidos de los clientes.
- ✓ En el procedimiento para Programar la Producción se estableció periodos de programación mensuales, con la aprobación de las personas directamente involucradas en el proceso de planificación y que conocen los requerimientos de los clientes y la capacidad de la empresa para cumplirlos, disminuyendo el número de reuniones de programación a una mensual con revisiones semanales del cumplimiento del programa a nivel de jefaturas.
- ✓ Se determinó que realizando el cambio en el empaque de las preformas la empresa podría tener un ahorro de \$95.760 en el gasto que obligadamente la empresa debe realizar por este concepto a partir del 3° año de hacerse la inversión, además esta opción presenta un beneficio



ecológico, pues se eliminaría el consumo de cartón para empacar el producto contribuyendo de esta forma a la preservación del medio ambiente.

- ✓ Se establecieron 2 procedimientos y 5 instructivos que fueron aceptados e ingresados a la base de manuales y procedimientos de la empresa los cuales servirán como base para futuras capacitaciones al personal en caso de requerirlo.

#### **4.2.Recomendaciones**

- ✓ La empresa debe considerar como pilar fundamental en el mejoramiento de las actividades de mantenimiento la capacitación constante del personal técnico que les permita especializarse cada vez que un técnico del exterior visita la planta y realiza las inspecciones anuales de los equipos de inyección, principalmente de las máquinas inyectoras, para disminuir de esta forma la necesidad de intervención de personal extranjero cuando se presentan problemas técnicos en estos equipos.

- ✓ Con el fin de mantener la operatividad de los equipos principales y auxiliares detallados en este proyecto se recomienda la ejecución del plan de mantenimiento preventivo

detallado en este estudio, además de llevar un registro confiable de los mantenimientos ejecutados en los equipos para realizar mediciones de las actividades ejecutadas y los cambios obtenidos con su realización.

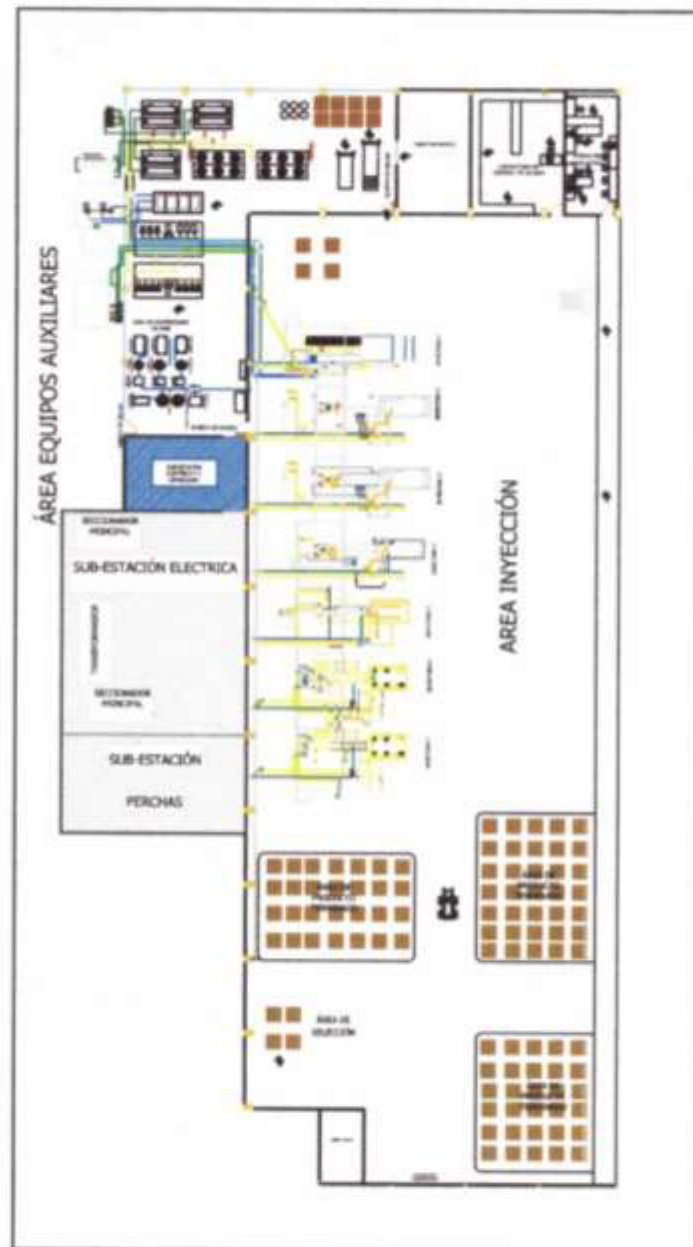
- ✓ Es necesario mantener registros confiables de los diversos mantenimientos que se ejecutan a los equipos, ya que de esta manera se puede aplicar de manera efectiva un plan de mantenimiento programado.
- ✓ Se recomienda elaborar un presupuesto anual de gastos operativos para los equipos principales del área de inyección, para de esta manera poder darle un seguimiento a los gastos incurridos por el mantenimiento preventivo; de tal forma que se pueda determinar el comportamiento de los mismos en el transcurso de los años.
- ✓ Se recomienda que la comunicación entre las áreas de ventas, producción y mantenimiento sea activa y continua a fin de lograr el cumplimiento de los mantenimientos detallados en el plan diseñado para de esta forma no perder la planificación, no extender los plazos de realización sin que se afecte la producción y por ende el cumplimiento en la entrega de producto a los clientes.

- ✓ La información entregada por el departamento de logística respecto a los niveles de inventario deberá ser entregada diariamente y ajustada a la realidad, por lo que se recomienda a la empresa automatizar este proceso pues actualmente el control es manual esto puede generar errores en la información transmitida lo cual podría afectar la planeación de producción y entrega de producto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. DE LA FUENTE, DAVID Y MORENO, ""Desarrollo de un Programa de Gestión de la Producción con nuevas herramientas informáticas." Alta Dirección, nº 194, 1997,
2. DOMÍNGUEZ MACHUCA, J.A.; GARCÍA, S.; DOMÍNGUEZ MACHUCA, M.A.; RUÍZ, A. Y ALVAREZ, "TPM "Dirección de Operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios." Mc Graw-Hill Interamericana de España, S.A, 1995
3. FERNÁNDEZ CAMPOS, D. Y B. PRIDA ROMERO, "OPT: Una nueva reflexión para los Sistemas de Planificación, Programación y Control de la Producción", Alta Dirección, nº 150, 1990
4. TOKUTARO SUZUKI, "TPM en Industrias de Proceso", TGP HOSHIN, c/ Marqués de Cubas, 25, 28014 Madrid España, 1995.
5. <http://www.mitasa.com>

## **ANEXO DE PLANOS**

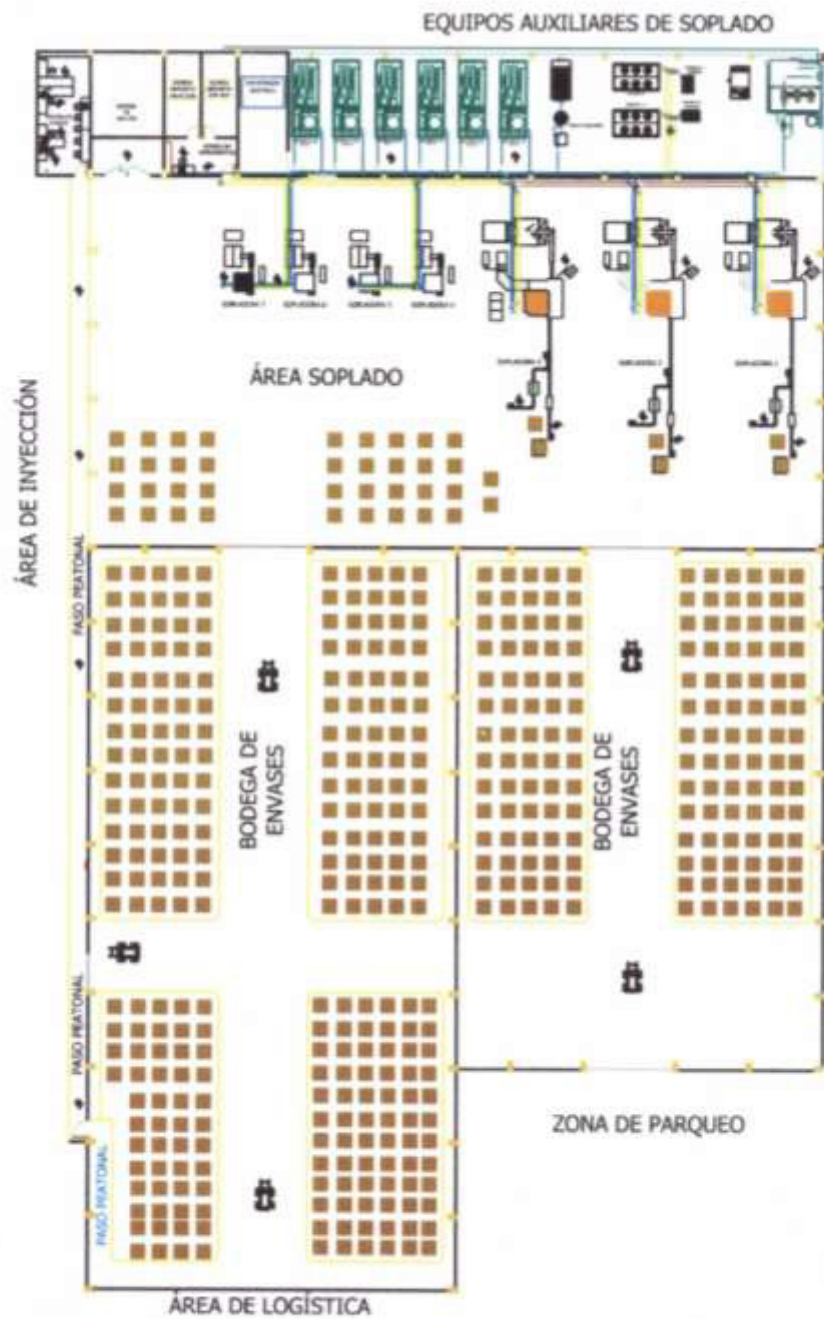


## PLANO # 1: ÁREA DE INYECCIÓN

Fecha: SEPTIEMBRE - 2008

Escala: 1 : 200

Autor: ROMMY MÁRQUEZ R.



## PLANO # 2: ÁREA DE SOPLADO

Fecha: SEPTIEMBRE - 2008

Escala: 1 : 200

Autor: ROMMY MÁRQUEZ R.



## APÉNDICES

|             |                                                                                                    |         |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| APÉNDICE 1  | Causa de scrap por línea de producción.....                                                        | II      |
| APÉNDICE 2  | Detalle de paros de producción.....                                                                | X       |
| APÉNDICE 3  | Orden de trabajo.....                                                                              | XIII    |
| APÉNDICE 4  | Cronograma de mantenimiento preventivo equipos principales y auxiliares del área de inyección..... | XIV     |
| APÉNDICE 5  | Instructivo de mantenimiento para máquinas inyectoras.....                                         | XVII    |
| APÉNDICE 6  | Instructivo de mantenimiento para silo secador de materia prima.....                               | XXII    |
| APÉNDICE 7  | Instructivo de mantenimiento para chiller.....                                                     | XXIV    |
| APÉNDICE 8  | Instructivo de mantenimiento para torres de enfriamiento y dosificador de pigmento .....           | XXVI    |
| APÉNDICE 9  | Instructivo para arranque de inyectora.....                                                        | XXVIII  |
| APÉNDICE 10 | Requerimiento de preformas: detalle por cliente.....                                               | XXXII   |
| APÉNDICE 11 | Inventario de producto terminado: preformas.....                                                   | XXXIII  |
| APÉNDICE 12 | Registro diario de producto terminado.....                                                         | XXXIV   |
| APÉNDICE 13 | Plan Agregado de Producción.....                                                                   | XXXV    |
| APÉNDICE 14 | Plan Maestro de Producción.....                                                                    | XXXVIII |

## APÉNDICE 1

### CAUSA DE SCRAP POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN

| CAUSA DE SCRAP                   | L1    | L2    | L3    | L4    | L5    | L6    | L7     | Total general |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------------|
| Arranque de máquina              | 2.377 | 2.351 | 8.356 | 2.418 | 2.870 | 4.375 | 11.727 | 34.473        |
| Purga                            | 1.980 | 2.509 | 4.446 | 2.292 | 3.315 | 5.928 | 5.959  | 26.429        |
| Cambio de color                  | 2.596 | 1.680 | 2.064 | 2.574 | 2.161 | 1.925 | 2.521  | 15.522        |
| Exceso de tiempo de ciclo        | 2.156 | 2.757 | 1.518 | 162   | 125   | 420   | 5.204  | 12.342        |
| Falla desmolde                   | 1.879 | 819   | 964   | 555   | 764   | 2.189 | 1.547  | 8.716         |
| Falla robot                      | 505   | 696   | 321   | 5     | 911   | 3.534 | 178    | 6.149         |
| Fotoceldas no libres             | 536   | 71    | 570   | 1.582 | 740   | 1.426 |        | 4.925         |
| Anulación de Cavidad             | 94    | 66    | 21    | 2.240 | 830   | 1.371 |        | 4.622         |
| Mantenimiento preventivo         | 249   | 664   | 880   | 478   | 680   | 852   | 365    | 4.167         |
| Ajuste de proceso                | 353   | 663   | 647   | 165   | 379   | 693   | 1.141  | 4.042         |
| Falla de autolubricación         | 278   | 122   | 2.331 | 22    |       | 295   |        | 3.048         |
| Limpieza de área                 | 396   | 365   | 276   | 915   | 361   | 498   | 206    | 3.016         |
| Cambio de manguera               | 218   | 1.660 | 666   |       | 184   | 182   |        | 2.910         |
| Cambio de molde                  | 365   | 351   | 319   | 426   | 97    | 85    | 289    | 1.931         |
| Limpieza de máquina              | 35    | 9     | 97    | 222   | 427   | 818   | 225    | 1.834         |
| Preformas recogidas del piso     | 64    | 66    | 130   | 537   | 360   | 549   | 62     | 1.768         |
| Falla de trasvase                |       |       |       |       |       |       | 1.713  | 1.713         |
| Corte de energía                 | 170   | 91    | 81    | 315   | 434   | 251   | 349    | 1.691         |
| Cambio de cores                  | 270   | 31    | 252   | 177   | 337   | 200   | 299    | 1.564         |
| Cambio de Neck Ring              |       |       |       | 472   | 239   |       | 664    | 1.375         |
| Fuga de agua                     | 199   | 262   | 71    | 103   | 49    | 34    | 622    | 1.340         |
| Corte de energía                 | 39    | 215   | 117   | 546   | 291   | 91    | 31     | 1.329         |
| Falla de apertura de molde       |       |       |       | 37    | 65    | 162   | 984    | 1.248         |
| Falla de calefacción de molde    | 35    |       | 866   |       | 29    | 198   | 109    | 1.237         |
| Falla Banda Transp.              | 26    | 49    | 101   | 80    | 77    | 219   | 579    | 1.130         |
| Mantenimiento de molde           | 25    | 142   | 129   | 233   | 155   | 326   |        | 1.011         |
| Falla de bomba de vacío          |       |       | 255   | 15    | 476   | 130   | 117    | 993           |
| Resina fría                      | 30    |       | 409   | 10    | 150   | 215   | 179    | 993           |
| Expulsor atascado                | 223   |       | 26    | 592   | 58    |       |        | 897           |
| Cambio de molde                  | 201   |       | 63    |       |       | 158   | 461    | 883           |
| Falla expulsión                  | 84    |       |       | 18    |       | 726   |        | 828           |
| Limpieza de cañón                |       | 73    | 608   |       |       | 130   |        | 811           |
| Temperatura de aceite alta       | 41    | 87    | 36    | 27    | 114   |       | 474    | 779           |
| Falla de acumulador              |       |       |       |       | 757   |       |        | 757           |
| Falla en chiller                 | 49    | 117   | 71    | 30    | 49    | 61    | 351    | 728           |
| Reparación de secador            |       |       | 720   |       |       |       |        | 720           |
| Limpieza de venteos              |       |       | 301   |       | 189   |       | 229    | 719           |
| Falla de dosificador de pigmento | 78    | 43    | 121   | 29    | 317   | 126   |        | 714           |
| Calentamiento de resina          |       | 62    | 330   | 51    | 87    |       | 141    | 671           |
| Cambio de premixer               |       | 33    |       | 212   | 276   | 119   |        | 640           |
| Secador Apagado                  | 27    | 287   |       | 17    | 81    | 133   | 74     | 619           |





|                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Calibración del robot                        |     |     | 40  |     |     | 117 |     | 157 |
| Falla secador                                |     | 109 |     | 48  |     |     |     | 156 |
| Falla de transductor de posición del husillo |     |     |     |     |     | 154 |     | 154 |
| Cambio de bomba hidráulica                   |     |     | 152 |     |     |     |     | 152 |
| Regulación del robot                         | 56  |     |     |     |     | 95  |     | 152 |
| Corto circuito en tarjeta de temperatura     |     |     |     |     | 21  | 129 |     | 149 |
| Daño de chiller                              | 3   | 89  |     |     | 54  |     |     | 146 |
| Banda del robot parada                       |     |     |     |     |     |     | 145 | 145 |
| Protección de cierre de boquilla             |     |     |     |     |     |     | 144 | 144 |
| Cambio de resistencias                       |     |     | 62  |     |     | 81  |     | 143 |
| Preforma pegadas en cores                    |     |     |     |     |     | 143 |     | 143 |
| Alarma de conmutación de presión posterior   |     |     |     |     |     |     | 143 | 143 |
| Bloqueo de manipulador                       |     |     |     |     |     | 140 |     | 140 |
| Fuera de color                               | 28  |     |     | 105 |     |     |     | 133 |
| Taponamiento de cánula                       |     |     | 132 |     |     |     |     | 132 |
| Fallas en sensores de boquillas              |     |     |     |     |     |     | 127 | 127 |
| Sensor fotoceldas obstruido                  |     |     |     |     | 126 |     |     | 126 |
| No alcance de molde de altura                |     |     |     |     |     |     | 125 | 125 |
| Falla filtro aceite                          |     |     | 124 |     |     |     |     | 124 |
| Falla transporte horizontal de preforma      |     |     |     |     | 124 |     |     | 124 |
| Humedad Polarizada                           |     |     |     |     | 54  | 70  |     | 124 |
| Tobera no abierta                            |     | 124 |     |     |     |     |     | 124 |
| Instalación de Software                      |     |     |     |     |     |     | 123 | 123 |
| Falla de Input                               |     |     |     |     |     | 122 |     | 122 |
| Alarma de trasiego no alcanzado              |     |     |     |     |     |     | 122 | 122 |
| Tiempo inyección demasiado largo             | 122 |     |     |     |     |     |     | 122 |
| Ajuste de sensores del robot                 |     |     |     | 121 |     |     |     | 121 |
| Mantenimiento de secador                     |     |     |     | 120 |     |     |     | 120 |
| Prueba de válvula                            |     |     |     | 50  | 66  |     |     | 116 |
| Falla en unidad de Inyección (Shot pot).     |     |     |     |     |     |     | 115 | 115 |
| Falla en transferencia de preformas          | 107 |     | 5   |     |     |     |     | 112 |
| Revisión de cánula                           | 51  | 28  |     | 30  |     |     |     | 109 |
| Prueba de color                              |     |     |     |     | 108 |     |     | 108 |
| Tiempo de llenado demasiado largo            | 107 |     |     |     |     |     |     | 107 |
| Filtro de aceite sucio                       | 105 |     |     |     |     |     |     | 105 |
| Overload rotation                            |     |     |     |     |     | 105 |     | 105 |
| Resistencia Abierta                          |     | 79  | 25  |     |     |     |     | 104 |
| Fuga de aceite                               | 26  | 77  |     |     |     |     |     | 102 |
| Falla de termopar resistencia                |     |     |     |     |     | 102 |     | 102 |
| Rotura de expulsor                           |     |     |     | 102 |     |     |     | 102 |
| Falla tarjeta temperatura                    | 11  |     |     |     |     | 90  |     | 101 |
| Banda conveyor                               |     |     |     |     |     |     | 100 | 100 |
| Falla motor conveyor                         |     |     |     |     |     | 100 |     | 100 |
| Falla en banda conveyor                      |     |     |     |     |     |     | 100 | 100 |
| Falla en Trasvase                            |     |     |     |     |     |     | 100 | 100 |
| Prueba de color                              |     |     | 98  |     |     |     |     | 98  |

|                                                      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Reparación de neck 41                                |    |    |    | 97 |    |    |    | 97 |
| Falla eléctrica                                      |    |    |    |    | 96 |    |    | 96 |
| Corte de resina                                      |    |    |    | 94 |    |    |    | 94 |
| Preformas pegadas en cores                           | 4  |    |    | 70 | 19 |    |    | 94 |
| Sustitución de pernos                                |    |    |    |    |    |    | 92 | 92 |
| Calibración de molde                                 |    |    |    |    |    | 92 |    | 92 |
| Variación de voltaje                                 | 3  | 16 |    | 20 | 25 | 27 |    | 91 |
| Preformas del turno anterior                         | 17 |    |    | 10 | 41 | 7  | 15 | 89 |
| Falla expulsión                                      |    |    |    |    | 83 |    |    | 83 |
| Falla pistón de inyección                            | 83 |    |    |    |    |    |    | 83 |
| Preforma atascada                                    | 10 |    |    |    |    |    | 72 | 82 |
| Revisión de presión hidráulica del sistema           |    | 81 |    |    |    |    |    | 81 |
| Falla en freno de rotación del robot                 |    |    |    | 81 |    |    |    | 81 |
| Limpieza de molde                                    |    | 81 |    |    |    |    |    | 81 |
| Rotura de manguera de vacío                          |    |    |    |    | 80 |    |    | 80 |
| Ajuste de perno                                      |    |    |    | 22 | 58 |    |    | 80 |
| Reconexión a chiller                                 |    |    |    |    |    |    | 80 | 80 |
| Parada por Limpieza de long ring                     |    |    | 80 |    |    |    |    | 80 |
| Revisión de cavity                                   |    |    | 80 |    |    |    |    | 80 |
| Defecto punto hueco                                  |    |    |    |    |    | 77 |    | 77 |
| Falla calefacción de tip                             |    |    |    |    |    | 75 |    | 75 |
| Falla de Señal de equipo de dosificación             |    |    | 75 |    |    |    |    | 75 |
| Lubricación Incompleta                               |    | 74 |    |    |    |    |    | 74 |
| Cambio de cilindro neumático del robot               |    |    | 74 |    |    |    |    | 74 |
| Limpieza de tornillo                                 |    |    | 15 |    |    |    | 59 | 73 |
| Daño de bomba de agua de torre                       |    |    |    |    |    |    | 72 | 72 |
| Cambio del sensor del shot off                       |    |    |    |    |    |    | 72 | 72 |
| Carrera de inyección excedida                        |    |    |    |    |    |    | 71 | 71 |
| Falla del programa                                   |    |    |    |    |    |    | 71 | 71 |
| Pantalla IHM Bloqueado                               |    |    |    |    |    | 70 |    | 70 |
| Calibración de canecas                               |    |    |    |    |    | 69 |    | 69 |
| Daño del secador piovan (resistencia de proceso)     |    | 69 |    |    |    |    |    | 69 |
| Falla en fusible del molde                           |    | 68 |    |    |    |    |    | 68 |
| Falla placa expulsión del robot                      |    | 66 |    |    |    |    |    | 66 |
| Falla eléctrica de molde                             |    |    | 65 |    |    |    |    | 65 |
| Falla de conmutación posterior                       |    |    |    |    |    |    | 65 | 65 |
| Falla de expulsor                                    | 8  |    |    |    | 22 | 35 |    | 64 |
| Falla Regulador de caudal                            |    |    |    |    | 64 |    |    | 64 |
| daño de tarjeta de entradas digitales del "PLC"      |    |    | 64 |    |    |    |    | 64 |
| Revisión de molde                                    |    | 32 | 32 |    |    |    |    | 64 |
| Cambio de bomba de vacío                             |    |    | 24 | 40 |    |    |    | 64 |
| Alarma de calefacción                                |    | 63 |    |    |    |    |    | 63 |
| Falla de apertura de puertas                         |    | 28 |    |    | 34 |    |    | 62 |
| Instalación de teflón en lateral de banda (conveyor) |    |    | 62 |    |    |    |    | 62 |
| Falla servo                                          |    | 28 | 33 |    |    |    |    | 60 |

|                                              |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Preformas recogidas del piso                 |    | 8  | 51 |    |    |    |    | 60 |
| Fuera de tono                                |    | 59 |    |    |    |    |    | 59 |
| Accionamiento botón parada de emergencia     |    |    |    | 40 | 20 |    |    | 59 |
| Ajuste de unidad de inyección                |    |    |    |    |    | 59 |    | 59 |
| Manguera agua rota                           |    | 37 | 20 |    |    |    |    | 57 |
| Purga                                        |    |    |    |    |    |    | 57 | 57 |
| Rotura de resorte placa expulsora del robot  |    |    |    |    |    |    | 56 | 56 |
| Aparecen inclusiones                         |    | 54 |    |    |    |    |    | 54 |
| Problema de controles del robot              |    |    |    |    |    | 54 |    | 54 |
| Falla Koper secador                          | 27 |    | 25 |    |    |    |    | 53 |
| Fuerza de cierre de molde demasiada alta     |    |    |    |    |    | 50 |    | 50 |
| Falla en tonelaje de cierre                  |    |    |    |    |    | 50 |    | 50 |
| Falla cierre de molde                        |    |    |    |    |    |    | 49 | 49 |
| Falla de corto circuito                      |    |    |    |    |    | 48 |    | 48 |
| Falla en transductor de posición de expulsor |    |    |    | 48 |    |    |    | 48 |
| Ajuste en canecas                            |    |    |    |    |    | 48 |    | 48 |
| Corees desviados                             | 46 |    |    |    |    |    |    | 46 |
| Falla eléctrica en Secador                   | 45 |    |    |    |    |    |    | 45 |
| Prueba técnica                               |    | 45 |    |    |    |    |    | 45 |
| Falla en equipo de dosificación de pigmento  | 44 |    |    |    |    |    |    | 44 |
| Revisión de husillo                          |    |    |    |    | 43 |    |    | 43 |
| Falla Electro válvula cierre                 | 43 |    |    |    |    |    |    | 43 |
| Falla de plastificación                      | 43 |    |    |    |    |    |    | 43 |
| Falla de deshumificador                      |    |    |    |    | 42 |    |    | 42 |
| Calefacción de cilindro defectuoso           |    |    |    |    | 20 | 20 |    | 40 |
| instalación de neck                          |    |    |    |    | 40 |    |    | 40 |
| Calibración de fotoceldas                    |    |    |    | 40 |    |    |    | 40 |
| Habilitación del robot                       |    |    |    |    |    | 40 |    | 40 |
| Falla de válvula de compuerta (tips)         |    |    | 40 |    |    |    |    | 40 |
| Presencia de Humedad en preformas            |    |    | 40 |    |    |    |    | 40 |
| Señal de robot no habilitado                 |    | 40 |    |    |    |    |    | 40 |
| Falla de compresión de ciclo                 | 39 |    |    |    |    |    |    | 39 |
| Alarma de contacto de cierre de boquilla     |    |    |    |    |    |    | 39 | 39 |
| Falla de resistencia del extruder            |    |    | 39 |    |    |    |    | 39 |
| Falla en bomba hidráulica                    |    | 38 |    |    |    |    |    | 38 |
| Reparación de Koper                          |    | 13 | 25 |    |    |    |    | 38 |
| Revisión de manguera del Robot               | 38 |    |    |    |    |    |    | 38 |
| Daño de motor de aire comprimido             |    |    | 7  |    |    | 30 |    | 37 |
| Falla Sensores robot                         |    |    |    |    | 36 |    |    | 36 |
| Preformas presas en robot                    |    | 30 |    | 6  |    |    |    | 36 |
| Alarma puerta abierta                        | 36 |    |    |    |    |    |    | 36 |
| Falla de cierre de molde                     |    |    |    |    |    |    | 34 | 34 |
| Falla ajuste de altura                       |    |    |    |    |    | 34 |    | 34 |
| Fuerza de cierre elevada                     |    |    |    |    | 33 |    |    | 33 |
| Conector de molde flojo                      |    |    |    |    | 33 |    |    | 33 |

|                                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Falla en servocodificador                     | 33 |    |    |    |    |    | 33 | 33 |
| Limpieza de mixter                            |    |    |    |    |    | 33 |    | 33 |
| Desprendimiento de imán                       |    |    |    |    |    |    | 33 | 33 |
| Paro de motor retardado                       |    |    |    |    |    | 32 |    | 32 |
| Manguera aire rota                            |    | 20 | 12 |    |    |    |    | 32 |
| Alarma de temperatura baja                    | 31 |    |    |    |    |    |    | 31 |
| Alarma Input 0107                             |    |    | 31 |    |    |    |    | 31 |
| Falla hidráulica                              |    | 31 |    |    |    |    |    | 31 |
| Temperatura alta en chiller                   |    |    |    |    |    |    | 30 | 30 |
| Preformas seleccionadas de caja               | 30 |    |    |    |    |    |    | 30 |
| Seguro de cierre mecánico activo              |    |    |    |    | 30 |    |    | 30 |
| Falla en sensores de boquilla                 |    |    |    |    |    |    | 30 | 30 |
| Alarma fotocelda robot                        |    | 30 |    |    |    |    |    | 30 |
| Preforma atascada                             |    |    |    |    |    | 30 |    | 30 |
| Falla Temposonic                              |    | 7  | 21 |    |    |    |    | 28 |
| Flojo censor de expulsor                      |    |    |    | 28 |    |    |    | 28 |
| Motor conveyor quemado                        |    |    |    |    |    | 28 |    | 28 |
| Daño de bomba de vacío                        |    |    | 27 |    |    |    |    | 27 |
| Falla de captador de carrera                  |    |    |    | 27 |    |    |    | 27 |
| Cierre de boquilla                            |    |    |    |    |    |    | 26 | 26 |
| Falla en conmutación en la presión posterior  |    |    |    |    |    |    | 26 | 26 |
| Problemas calidad en preformas                |    |    |    |    |    |    | 26 | 26 |
| Captador de carro de boquilla defectuoso      |    |    |    |    | 26 |    |    | 26 |
| Prueba de modulo del servodriver del robot K2 |    |    |    | 26 |    |    |    | 26 |
| Falla de clamp de cierre                      |    |    |    |    | 25 |    |    | 25 |
| Montaje de premixer en máquina                |    |    |    | 24 |    |    |    | 24 |
| Presión de acumulador demasiado bajo          |    |    |    |    |    | 24 |    | 24 |
| Alarma de lubricación automática              | 24 |    |    |    |    |    |    | 24 |
| Resina caída al suelo                         |    |    | 24 |    |    |    |    | 24 |
| Revisión de Válvula de Molde                  |    |    |    |    | 23 |    |    | 23 |
| Cores desviados                               |    |    |    |    |    |    | 22 | 22 |
| Traslado de bomba de vacío                    |    |    |    |    | 21 |    |    | 21 |
| Falla enclavamiento                           |    | 20 |    |    |    |    |    | 20 |
| Falla de laminación                           |    |    |    | 20 |    |    |    | 20 |
| Ajuste mecánico de robot                      |    |    |    | 20 |    |    |    | 20 |
| Falta de bomba de vacío                       |    |    |    |    |    | 20 |    | 20 |
| Supervisión de cierre de Boquilla             |    |    |    |    |    |    | 20 | 20 |
| Falla al inyectar                             |    |    |    |    |    |    | 20 | 20 |
| Conmutación de presión posterior              |    |    |    |    |    |    | 19 | 19 |
| Falla deshumificador de aire                  |    |    | 19 |    |    |    |    | 19 |
| Falla de enfriamiento                         |    |    |    | 19 |    |    |    | 19 |
| Puerta de seguridad abierta                   |    |    |    | 18 |    |    |    | 18 |
| Falla señal de robot listo                    |    | 18 |    |    |    |    |    | 18 |
| Reseteo de Inyectora                          |    |    |    |    |    |    | 17 | 17 |
| Corto circuito en banda transportadora        |    |    |    |    | 17 |    |    | 17 |
| Revisión de cores                             | 6  |    |    |    |    |    | 11 | 17 |



|                                             |               |               |               |               |               |               |               |                |
|---------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Temposonic                                  |               |               | 17            |               |               |               |               | 17             |
| Insertar motor de banda                     |               |               |               |               |               | 16            |               | 16             |
| Falla en fotoceldas                         |               |               |               |               | 16            |               |               | 16             |
| Falla motor aire de proceso secador         | 14            |               |               |               |               |               |               | 14             |
| Cambio de máquina de pigmento               |               |               |               | 13            |               |               |               | 13             |
| Micro swicht de banda del robot             | 13            |               |               |               |               |               |               | 13             |
| Desmontaje de equipo de premixer de máquina |               |               |               |               |               | 12            |               | 12             |
| Alarma emergencia                           |               |               |               | 11            |               |               |               | 11             |
| Falla chiller                               |               |               |               | 11            |               |               |               | 11             |
| Falta aire comprimido                       |               | 10            |               |               |               |               |               | 10             |
| Manguera de control de agujas rota          | 10            |               |               |               |               |               |               | 10             |
| Falla en sensores hidráulicas               |               | 9             |               |               |               |               |               | 9              |
| Ajuste de dosificación de pigmento          |               |               | 8             |               |               |               |               | 8              |
| Limpieza de Shot Pot                        |               |               |               |               |               |               | 8             | 8              |
| Botón de emergencia accionado               |               |               |               | 8             |               |               |               | 8              |
| Falla por censor                            |               |               |               |               |               | 8             |               | 8              |
| Banda horizontal trabada                    |               |               |               |               |               | 7             |               | 7              |
| conexión de ventilador                      |               |               | 7             |               |               |               |               | 7              |
| Falla en sistema de autolubricación         | 6             |               |               |               |               |               |               | 6              |
| Limpieza de Husillo                         |               |               |               |               |               |               | 5             | 5              |
| Falla de Válvula de cierre de Molde         | 5             |               |               |               |               |               |               | 5              |
| Temperatura baja molde                      |               |               | 5             |               |               |               |               | 5              |
| Limpieza filtro agua                        | 4             |               |               |               |               |               |               | 4              |
| Puerta delantera abierta                    | 3             |               |               |               |               |               |               | 3              |
| Material pegado en el cañón                 |               | 3             |               |               |               |               |               | 3              |
| <b>Total general</b>                        | <b>18.710</b> | <b>20.469</b> | <b>33.865</b> | <b>21.347</b> | <b>23.424</b> | <b>37.581</b> | <b>44.953</b> | <b>200.348</b> |

## APÉNDICE 2

### DETALLE DE PAROS DE PRODUCCIÓN (TIEMPO EN MINUTOS)

| Descripción                       | LI  | L2    | L3    | LI    | L4     | L5    | LI    | Total general |
|-----------------------------------|-----|-------|-------|-------|--------|-------|-------|---------------|
| Ajuste de proceso                 |     |       | 645   | 510   |        |       | 2.780 | 3.935         |
| Ajuste placa expulsora robot      | 265 |       |       |       |        |       | 1.215 | 1.480         |
| Arranque de máquina               |     |       | 613   | 1.005 |        | 4.480 | 2.990 | 9.088         |
| Bloqueo de cavidad (anulación)    | 651 | 906   |       | 585   |        |       |       | 2.142         |
| Calentamiento de máquina          |     | 820   |       | 595   |        |       | 2.860 | 4.275         |
| Calibración de molde              |     |       |       |       |        | 2.096 |       | 2.096         |
| Calibración de robot              |     |       |       |       |        |       | 1.215 | 1.215         |
| Cambio de canecas                 |     |       |       |       |        |       | 1.650 | 1.650         |
| Cambio de color                   |     | 1.714 | 1.405 | 485   |        |       | 1.068 | 4.672         |
| Cambio de cores                   | 360 | 875   | 720   |       |        |       | 3.685 | 5.640         |
| Cambio de desecante               |     | 1.040 |       |       |        |       |       | 1.040         |
| Cambio de manguera                | 265 |       |       |       |        |       |       | 265           |
| Cambio de molde                   |     |       |       |       | 19.437 | 3.025 | 1.260 | 23.722        |
| Cambio de neck ring               |     | 830   |       | 535   |        |       |       | 1.365         |
| Cambio de variador                |     |       |       |       |        | 1.800 |       | 1.800         |
| Cambio manguera de agua           |     | 860   | 1.391 | 450   |        |       |       | 2.701         |
| Cambio manguera vacío             | 300 |       |       |       |        |       |       | 300           |
| Cavidad bloqueada                 |     |       |       | 380   |        |       |       | 380           |
| Corte de energía                  |     | 3.010 |       |       |        |       | 3.565 | 6.575         |
| Daño en barra de shooting pot     |     | 870   |       |       |        |       |       | 870           |
| Exceso de tiempo de ciclo         |     |       | 775   |       | 5.168  |       | 4.407 | 10.350        |
| Exceso de tiempo de transferencia |     |       |       |       |        | 1.785 |       | 1.785         |
| Expulsor trabado                  | 270 |       | 720   |       |        |       | 1.149 | 2.139         |
| Falla autolubricación             |     |       | 760   | 520   |        | 2.167 |       | 3.447         |
| Falla Bomba agua helada (CR 64)   |     |       |       | 465   |        |       | 1.165 | 1.630         |
| Falla Bomba de vacío              | 185 | 1.020 |       |       | 5.020  | 5.198 | 3.020 | 14.443        |
| Falla bomba hidráulica eje roto   |     |       |       |       | 3.960  |       |       | 3.960         |
| Falla calefacción de molde        |     |       | 1.510 | 570   | 3.580  |       | 1.450 | 7.110         |

|                                         |     |       |       |     |        |       |       |        |
|-----------------------------------------|-----|-------|-------|-----|--------|-------|-------|--------|
| Falla chiller                           | 300 | 835   |       | 530 |        |       |       | 1.665  |
| Falla compresores                       | 510 |       |       |     |        |       |       | 510    |
| Falla conveyor de preformas             |     |       | 727   |     |        |       |       | 727    |
| Falla de acumulador                     | 300 |       |       | 590 |        |       |       | 890    |
| Falla de chiller                        | 310 |       |       | 425 |        |       |       | 735    |
| Falla de clamp                          |     |       | 2.280 |     |        |       | 1.490 | 3.770  |
| Falla de dosificador de pigmento        |     | 945   |       |     |        |       |       | 945    |
| Falla de posicionamiento del robot      |     |       | 770   | 440 |        |       | 1.573 | 2.783  |
| Falla de servo de amplificador          | 360 |       |       |     |        |       |       | 360    |
| Falla acumulador de presión hidráulica  |     | 835   |       |     |        |       |       | 835    |
| Falla del sistema servo del robot       | 375 |       | 745   |     |        | 2.880 | 1.415 | 5.415  |
| Falla deshumificadores                  |     |       |       | 480 |        |       |       | 480    |
| Falla eléctrica del robot               | 220 |       | 755   | 910 |        |       | 1.320 | 3.205  |
| Falla en bomba hidráulica               |     |       |       |     | 47.105 |       |       | 47.105 |
| Falla expulsión (Desmoldeo)             |     |       | 1.935 | 523 |        | 3.485 | 1.601 | 7.544  |
| Falla Hidráulica Unidad de Inyección    |     |       |       |     | 86.245 | 5.955 |       | 92.200 |
| Falla IHM                               |     |       |       |     | 18.480 |       |       | 18.480 |
| Falla mecánica del robot                |     |       |       | 520 |        |       | 3.005 | 3.525  |
| Falla motor bomba hidráulica            |     |       | 660   |     | 42.030 |       | 1.190 | 43.880 |
| Falla motor eléctrico robot             |     |       |       | 430 |        |       |       | 430    |
| Falla resistencias secador              |     |       |       |     |        | 2.200 |       | 2.200  |
| Falla temposonic                        |     |       |       | 498 |        | 1.663 |       | 2.161  |
| Falla termopar                          |     |       |       |     |        |       | 2.525 | 2.525  |
| Falla trasiego                          |     |       |       |     | 3.766  |       |       | 3.766  |
| Falla válvula de cierre                 |     | 840   |       |     |        | 2.170 |       | 3.010  |
| Fallo de seguridad de cierre hidráulico |     |       | 730   |     |        |       |       | 730    |
| Fallo en apertura de cierre molde       | 350 |       |       |     |        |       |       | 350    |
| Fallo en chiller                        |     |       |       |     |        | 1.925 |       | 1.925  |
| Fallo en hopper del secador             |     |       |       | 600 |        |       |       | 600    |
| Fallo en tarjeta de temperatura         |     |       |       | 550 |        |       |       | 550    |
| Filtro de aceite sucio                  | 282 |       |       |     |        |       |       | 282    |
| Fotoceldas no libres                    |     | 870   | 636   |     |        |       | 1.060 | 2.566  |
| Fuga de aceite                          | 310 |       |       |     | 9.495  | 2.301 |       | 12.106 |
| Fuga de agua                            | 240 | 1.965 |       | 445 |        |       |       | 2.650  |
| Fuga resina por boquilla inyección      |     |       | 720   |     |        |       |       | 720    |
| Habilitación de cavidad obstruida       |     | 930   |       | 965 |        | 4.890 |       | 6.785  |

|                                      |              |               |               |               |                |               |               |                |
|--------------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| Inyección corta                      |              |               | 620           |               |                |               |               | 620            |
| Limpieza de molde                    | 340          | 870           | 615           | 595           |                |               |               | 2.420          |
| Limpieza del dosificador de pigmento |              |               |               | 455           |                |               |               | 455            |
| Mantenimiento a molde                | 340          |               | 670           |               |                |               | 2.555         | 3.565          |
| Mantenimiento anual                  |              |               |               |               | 7.200          |               |               | 7.200          |
| Mantenimiento del robot              |              |               | 660           |               |                |               |               | 660            |
| Mantenimiento preventivo             |              |               |               |               | 42.290         | 6.295         |               | 48.585         |
| Maquina parada                       |              |               | 1.440         |               |                |               |               | 1.440          |
| Nivelación de máquina                |              |               |               |               |                |               | 1.440         | 1.440          |
| Opalescencia                         | 365          |               |               |               |                |               |               | 365            |
| Otros                                |              |               |               |               | 51.750         | 3.331         |               | 55.081         |
| Parada de planta programada          |              |               |               |               | 6.760          | 13.670        |               | 20.430         |
| Perno expulsor roto                  | 370          |               |               |               |                |               |               | 370            |
| Preforma presa en placa expulsión    |              |               |               |               |                |               | 1.215         | 1.215          |
| Problema eléctrico del molde         |              | 860           | 660           |               |                |               |               | 1.520          |
| Problema eléctrico en el secador     |              | 920           |               | 445           | 4.290          | 2.640         |               | 8.295          |
| Problema mecánico en el secador      | 650          |               | 740           |               |                | 2.055         |               | 3.445          |
| Puerta abierta                       | 286          |               |               |               |                |               |               | 286            |
| Reparación placas de neck ring       |              |               |               |               |                |               | 1.200         | 1.200          |
| Mantenimiento de chillers            |              | 1.055         | 620           | 435           |                |               |               | 2.110          |
| Mantenimiento de molde               | 360          |               |               |               |                |               |               | 360            |
| Resina con inclusiones               |              |               |               | 510           |                |               |               | 510            |
| Resina Fría                          |              |               |               | 820           |                | 3.305         | 1.495         | 5.620          |
| Resistencia abierta                  |              | 900           |               | 540           |                |               |               | 1.440          |
| Revisión de acumuladores             |              | 1.050         |               |               |                |               |               | 1.050          |
| Rotura de cooling tube               |              | 865           |               | 510           |                |               |               | 1.375          |
| Sensores de cierre de boquilla       |              | 1.050         |               |               |                |               |               | 1.050          |
| Temperatura aceite alta              |              |               |               |               |                |               | 1.175         | 1.175          |
| Temperatura baja de molde            |              |               | 720           | 435           |                |               |               | 1.155          |
| Tiempo de inyección demasiado largo  |              |               |               |               |                | 1.990         |               | 1.990          |
| Tobera no abierta                    |              | 990           |               | 453           |                |               |               | 1.443          |
| <b>Total general</b>                 | <b>8.564</b> | <b>27.725</b> | <b>25.242</b> | <b>19.204</b> | <b>356.576</b> | <b>81.306</b> | <b>57.738</b> | <b>576.355</b> |

APÉNDICE 3  
ORDEN DE TRABAJO

OT # 

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

Línea # \_\_\_\_\_ Máquina/Equipo: \_\_\_\_\_ Horas de Marcha: \_\_\_\_\_

Solicitada por: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Tipo de OT: \_\_\_\_\_

Recibida por: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_:\_\_\_\_

**Falla:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Causa:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Solución:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Sugerencia de mejora:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Refacciones utilizadas:**

| Cant. | Descripción | Código |
|-------|-------------|--------|
|       |             |        |
|       |             |        |
|       |             |        |
|       |             |        |

Día de realización: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Hora de parada de  
                  máquina: \_\_\_\_ : \_\_\_\_

Recibida por: \_\_\_\_\_

Hora de entrega de  
                  máquina: \_\_\_\_ : \_\_\_\_

Realizada por: \_\_\_\_\_

Hora de arranque  
                  de máquina: \_\_\_\_ : \_\_\_\_

V° B° por: \_\_\_\_\_



[illegible]





## APÉNDICE 5

### INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PARA MÁQUINAS INYECTORAS

Fecha inicio: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
**Inyectora #** \_\_\_\_

Fecha finalización: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Hora de parada: \_\_\_\_: \_\_\_\_  
**OT #** \_\_\_\_

Hora de arranque: \_\_\_\_: \_\_\_\_

Técnicos: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ **Hrs. de marcha:** \_\_\_\_\_

#### 1. Condiciones de seguridad

Los elementos de protección personal a utilizarse para esta tarea son:



#### 2. Desarrollo

Frecuencias: A= Anual S= Semestral M= Mensual Q= Quincenal

W= Semanal

#### UNIDAD DE INYECCIÓN

| A | S | T | M | Q | W | No | Id. | Actividad                                                                                                                            |
|---|---|---|---|---|---|----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |   |   |   |   | 01 | I   | Revisión de estado de articulación de válvula de tobera. Verificar que no tenga juego mecánico.                                      |
|   |   |   |   |   |   | 02 | L   | Desarme de articulación de válvula de tobera y recambio de piezas necesarias. Desarme y limpieza de válvula de tobera y sus venteos. |
|   |   |   |   |   |   | 03 | I   | Revisión de fugas de aceite. Eliminar o hacer plan de acción.                                                                        |
|   |   |   |   |   |   | 04 | I   | Revisión y vaciado de vasos de desborde de aceite. Dar aviso para hacer plan de acción.                                              |
|   |   |   |   |   |   | 05 | I   | Revisión de fugas de aire. Eliminar o hacer plan de acción.                                                                          |
|   |   |   |   |   |   | 06 | I   | Revisión de estado de mangueras de aceite y aire. Identificar mangueras dañadas para futuro cambio.                                  |
|   |   |   |   |   |   | 07 | I   | Revisión de estado de cadenas portamangueras.                                                                                        |
|   |   |   |   |   |   | 08 | I   | Revisión de la tornillería en cajas de conexiones y conectores. Reponer Los tornillos faltantes.                                     |
|   |   |   |   |   |   | 09 | I   | Revisión de sujeción mecánica de sensores y microswitches.                                                                           |

|  |  |  |  |  |  |    |    |                                                                                                       |
|--|--|--|--|--|--|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  |  | 10 | I  | Revisión del estado de las conexiones en calefactores del extrusor y pote de inyección.               |
|  |  |  |  |  |  | 11 | RA | Reajuste de tornillos de conexiones eléctricas en cajas de conexiones y motor de mixer.               |
|  |  |  |  |  |  | 12 | I  | Inspección del estado de la manguera de alimentación de material.                                     |
|  |  |  |  |  |  | 13 | L  | Desarme, inspección y limpieza de la trampa magnética.                                                |
|  |  |  |  |  |  | 14 | L  | Desarme, inspección y limpieza de mixer.                                                              |
|  |  |  |  |  |  | 15 | L  | Limpieza de acrílicos de plunger y aspiración de restos de plástico.                                  |
|  |  |  |  |  |  | 16 | I  | Verificar correcto funcionamiento de cuchilla de alimentación de material en garganta de máquina.     |
|  |  |  |  |  |  | 17 | RA | Revisión del nivel de aceite del reductor del extrusor. Reponer de ser necesario.                     |
|  |  |  |  |  |  | 18 | RA | Recambio del aceite del reductor del extrusor.                                                        |
|  |  |  |  |  |  | 19 | L  | Limpieza y regulación de huelgo de la válvula de tobera respecto del distribuidor.(entre 0.4 y 0.7mm) |
|  |  |  |  |  |  | 20 | I  | Inspección del estado de las varillas temposonics y sus imanes. Limpieza.                             |
|  |  |  |  |  |  | 21 | I  | Verificación del correcto montaje e inserción de los termopares de máquina.                           |
|  |  |  |  |  |  | 22 | I  | Verificación del correcto montaje de los calefactores de máquina.                                     |
|  |  |  |  |  |  | 23 | I  | Verificación de nivelación de unidad de inyección. Corregir de ser necesario.                         |
|  |  |  |  |  |  | 24 | L  | Limpieza y lubricación de guías de desplazamiento de extrusor y carro de inyección.                   |
|  |  |  |  |  |  | 25 | L  | Lubricación de los ball-bushing del carro del extrusor.                                               |
|  |  |  |  |  |  | 26 | RA | Cambio de sellos de pistón de inyección                                                               |

### UNIDAD DE CIERRE

| A | S | T | M | Q | W | No | Id. | Actividad                                                                                       |
|---|---|---|---|---|---|----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |   |   |   |   | 01 | I   | Verificación de puesta a cero de manómetro de aire y purga de condensado en trampa de agua.     |
|   |   |   |   |   |   | 02 | I   | Revisión de fugas de aceite. Eliminar o hacer plan de acción.                                   |
|   |   |   |   |   |   | 03 | I   | Revisión y vaciado de vasos de desborde de aceite. Dar aviso para hacer plan de acción.         |
|   |   |   |   |   |   | 04 | I   | Revisión de fugas de aire. Eliminar o hacer plan de acción.                                     |
|   |   |   |   |   |   | 05 | I   | Revisión de mangueras de aceite, agua y aire. Identificar mangueras dañadas para futuro cambio. |
|   |   |   |   |   |   | 06 | I   | Revisión de estado de cadena portamangueras.                                                    |
|   |   |   |   |   |   | 07 | I   | Revisión de la tornillería en cajas de conexiones y conectores. Reponer tornillos faltantes.    |
|   |   |   |   |   |   | 08 | I   | Revisión de sujeción mecánica de sensores y microswitches.                                      |
|   |   |   |   |   |   | 09 | I   | Inspección del estado de las varillas temposonics y sus imanes. Limpieza.                       |

|  |  |  |  |  |  |    |    |                                                                                                                                                 |
|--|--|--|--|--|--|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  |  | 10 | RA | Puesta a cero de manómetro de alimentación de aire comprimido. Cambiar de ser necesario.                                                        |
|  |  |  |  |  |  | 11 | RA | Recambio de electroválvula de valve-gates.                                                                                                      |
|  |  |  |  |  |  | 12 | I  | Medición de presión de nitrógeno en acumulador. En caso de ser menor a 1500 Psi, represurizar a 2.000 Psi. Consignar valor final P = ____ Psi   |
|  |  |  |  |  |  | 13 | I  | Revisión de bomba y circuito de lubricación automática. Reparar fugas o hacer plan de acción.                                                   |
|  |  |  |  |  |  | 14 | RA | Reponer grasa en depósito de lubricador central.                                                                                                |
|  |  |  |  |  |  | 15 | L  | Verificación de estado de conectores de molde, máquina y cables de molde. Limpieza.                                                             |
|  |  |  |  |  |  | 16 | I  | Prueba de funcionamiento de sensor de flujo de agua de molde.                                                                                   |
|  |  |  |  |  |  | 17 | RA | Reajuste de tornillos de conexiones eléctricas en cajas de conexiones.                                                                          |
|  |  |  |  |  |  | 18 | I  | Revisión de funcionamiento de seguridades de todas las puertas.                                                                                 |
|  |  |  |  |  |  | 19 | I  | Medición de paralelismo entre placas. Corregir de ser necesario. Consignar valores finales.<br>LNOS: _____ LNOI: _____ LOS: _____<br>LOI: _____ |
|  |  |  |  |  |  | 20 | I  | Verificación de nivelación. Corregir de ser necesario.                                                                                          |

### UNIDAD DE CONTROL

| A | S | T | M | Q | W | No | Id. | Actividad                                                                                             |
|---|---|---|---|---|---|----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |   |   |   |   | 01 | I   | Revisión de estado de batería del PLC. Cambiarla cuando tenga alarma de batería baja.                 |
|   |   |   |   |   |   | 02 | I   | Revisión del interior en busca de cables recalentados o componentes defectuosos.                      |
|   |   |   |   |   |   | 03 | I   | Medición de resistencia de calefactores de máquina.                                                   |
|   |   |   |   |   |   | 04 | I   | Medición de resistencia de calefactores de molde.                                                     |
|   |   |   |   |   |   | 05 | I   | Verificación de la puesta a tierra.                                                                   |
|   |   |   |   |   |   | 06 | L   | Limpieza de contactos de relés.                                                                       |
|   |   |   |   |   |   | 07 | L   | Inspección y limpieza de contactos de contactores de calefacción y bomba hidráulica.                  |
|   |   |   |   |   |   | 08 | RA  | Reajuste de tornillos de conexiones en interruptores y contactores de calefacción y bomba hidráulica. |
|   |   |   |   |   |   | 09 | RA  | Reajuste de tornillos de todas las conexiones eléctricas.                                             |
|   |   |   |   |   |   | 10 | I   | Verificación de funcionamiento de sistema de refrigeración del tablero.                               |
|   |   |   |   |   |   | 11 | L   | Limpieza del interior del tablero.                                                                    |
|   |   |   |   |   |   | 12 | I   | Verificación de funcionamiento de las seguridades de cada una de las puertas de máquina.              |
|   |   |   |   |   |   | 13 | I   | Verificación de funcionamiento alarma visual.                                                         |
|   |   |   |   |   |   | 14 | I   | Verificación de funcionamiento de pulsadores de parada de emergencia, incluyendo el pulsador remoto.  |

## UNIDAD DE ROBOT

| A | S | T | M | Q | W | No | Id. | Actividad                                                                                                 |
|---|---|---|---|---|---|----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |   |   |   |   | 01 | RA  | Puesta a cero de manómetros de aire comprimido. Cambiar de ser necesario.                                 |
|   |   |   |   |   |   | 02 | I   | Verificación de funcionamiento del lubricador de aire comprimido.                                         |
|   |   |   |   |   |   | 03 | I   | Regular a una gota/minuto. Reponer aceite en vaso de ser necesario.                                       |
|   |   |   |   |   |   | 04 | L   | Verificación de funcionamiento de sensor de flujo de agua. Eliminar fugas de agua o hacer plan de acción. |
|   |   |   |   |   |   | 05 | L   | Lubricación de electroválvulas de expulsión mecánica.                                                     |
|   |   |   |   |   |   | 06 | L   | Limpieza de filtros de bomba de vacío.                                                                    |
|   |   |   |   |   |   | 07 | RA  | Recambio de filtros de bomba de vacío.                                                                    |
|   |   |   |   |   |   | 08 | L   | Lubricación de rodamientos de bomba de vacío                                                              |
|   |   |   |   |   |   | 09 | L   | Limpieza y lubricación de las guías de desplazamiento del robot.                                          |
|   |   |   |   |   |   | 10 | L   | Engrase de los ball-bushing del robot.                                                                    |
|   |   |   |   |   |   | 11 | I   | Inspección de estado y tensión de la correa dentada de robot.                                             |
|   |   |   |   |   |   | 12 | RA  | Cambio de aceite en reductores de motores de robot y cool-jet                                             |
|   |   |   |   |   |   | 13 | I   | Revisión del estado de la oruga portamangueras.                                                           |
|   |   |   |   |   |   | 14 | L   | Limpieza de preformas del habitáculo del robot.                                                           |
|   |   |   |   |   |   | 15 | L   | Limpieza y lubricación de las guías de desplazamiento del cool-jet.                                       |
|   |   |   |   |   |   | 16 | RA  | Engrase de los ball-bushing del cool-jet.                                                                 |
|   |   |   |   |   |   | 17 | I   | Inspección del estado de la correa dentada del cool-jet.                                                  |
|   |   |   |   |   |   | 18 | L   | Limpieza de las fotoceldas y sus espejos.                                                                 |
|   |   |   |   |   |   | 19 | I   | Revisión de sujeción mecánica de las fotoceldas y sus espejos.                                            |
|   |   |   |   |   |   | 20 | RA  | Reajuste de tornillos de conexiones eléctricas en cajas de conexiones del habitáculo de robot.            |
|   |   |   |   |   |   | 21 | L   | Inspección y limpieza del tablero eléctrico de robot.                                                     |
|   |   |   |   |   |   | 22 | I   | Revisión de estado de batería del módulo Powermate. Cambiarla en caso de alarma de batería baja.          |
|   |   |   |   |   |   | 23 | RA  | Recambio de 4 pilas alcalinas tamaño D. (la máquina debe permanecer energizada durante el cambio)         |
|   |   |   |   |   |   | 24 | I   | Verificación de funcionamiento de lámpara de rearme se seguridad de puerta robot.                         |
|   |   |   |   |   |   | 25 | RA  | Reajuste de tornillos de conexiones en gabinete eléctrico de robot.                                       |
|   |   |   |   |   |   | 26 | I   | Revisión de nivel de aceite en reductor o en mototambor de conveyor.                                      |
|   |   |   |   |   |   | 27 | RA  | Reajuste de conexiones en motores de conveyor                                                             |



## APÉNDICE 6

### INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PARA SILO SECADOR DE MATERIA PRIMA

Fecha inicio: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Fecha finalización: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Secador #** \_\_\_\_

Hora de parada: \_\_\_\_: \_\_\_\_

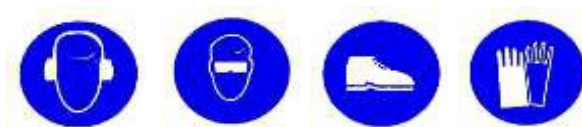
Hora de arranque: \_\_\_\_: \_\_\_\_

**OT #** \_\_\_\_\_

Técnicos: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ **Hrs. de marcha:** \_\_\_\_\_

#### 1. Condiciones de seguridad

Los elementos de protección personal a utilizarse para esta tarea son:



#### 2. Desarrollo

Frecuencias: A= Anual S= Semestral M= Mensual Q= Quincenal

| A | S | M | Q | No        | Actividad                                                                                                                                                                                                 |
|---|---|---|---|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |   |   | <b>01</b> | Medición de consumo de calefactores de proceso. Anotar valores de corriente.<br>1/____ 2/____ 3/____ 4/____ 5/____ 6/____ 7/____<br>8/____ 9/____ 10/____ 11/____ 12/____ 13/____<br>14/____ 15/____ AMPS |
|   |   |   |   | <b>02</b> | Medición de consumo o resistencia de calefactores de regeneración.<br>1/____ 2/____ 3/____ AMPS OHMS -Tachar lo que no corresponda-<br>1/____ 2/____ 3/____ AMPS OHMS -Tachar lo que no corresponda-      |
|   |   |   |   | <b>03</b> | Medición de consumo de ventiladores de proceso.<br>1.1/____ 1.2/____ 1.3/____ 2.1/____ 2.2/____ 2.3/____<br>AMPS                                                                                          |

|  |  |  |  |           |                                                                                                                        |
|--|--|--|--|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | <b>04</b> | Medición de consumo de ventilador de regeneración.<br>1/____ 2/____ 3/____ AMPS                                        |
|  |  |  |  | <b>05</b> | Revisión de estado de tubería de sensores de presión y dew point.                                                      |
|  |  |  |  | <b>06</b> | Prueba de funcionamiento de sensor de dew point.                                                                       |
|  |  |  |  | <b>07</b> | Asentamiento de parámetros de funcionamiento del secador en planilla correspondiente antes de desenergizar el secador. |
|  |  |  |  | <b>08</b> | Asentamiento de parámetros de funcionamiento del secador en planilla correspondiente antes de desenergizar el secador. |
|  |  |  |  | <b>09</b> | Inspección del interior del tablero eléctrico en busca de cables y componentes recalentados o defectuosos.             |
|  |  |  |  | <b>10</b> | Reajuste de todos los bornes de conexión en el tablero.                                                                |
|  |  |  |  | <b>11</b> | Inspección de estado de contactos de contactores de calefacción.                                                       |
|  |  |  |  | <b>12</b> | Limpieza de relés y contactos de contactores.                                                                          |
|  |  |  |  | <b>13</b> | Limpieza del interior de tablero eléctrico.                                                                            |
|  |  |  |  | <b>14</b> | Revisión de estado y sujeción mecánica de sensores y micro switches.                                                   |
|  |  |  |  | <b>15</b> | Revisión de estado y posicionamiento de pistones cambio de lecho disecante.                                            |
|  |  |  |  | <b>16</b> | Revisión de estado de conexiones eléctricas en calefactores de regeneración.                                           |
|  |  |  |  | <b>17</b> | Limpieza del interior del secador.                                                                                     |
|  |  |  |  | <b>18</b> | Limpieza de filtro de aire de regeneración.                                                                            |
|  |  |  |  | <b>19</b> | Limpieza de filtro de aire de proceso.                                                                                 |
|  |  |  |  | <b>20</b> | Reemplazo de filtro de aire de regeneración.                                                                           |
|  |  |  |  | <b>21</b> | Reemplazo de filtro de aire de proceso.                                                                                |
|  |  |  |  | <b>22</b> | Revisión de estado de conexiones eléctricas en calefactores de proceso.                                                |
|  |  |  |  | <b>23</b> | Revisión y limpieza de intercambiador de calor.                                                                        |
|  |  |  |  | <b>24</b> | Verificación de funcionamiento de pirómetro de seguridad de aire de proceso.                                           |
|  |  |  |  | <b>25</b> | Verificación de funcionamiento de alarmas sonoras y visuales del secador.                                              |
|  |  |  |  | <b>26</b> | Engrase de motores.                                                                                                    |
|  |  |  |  | <b>27</b> | Cambio de disecante.                                                                                                   |
|  |  |  |  | <b>28</b> | Una vez rearrancado el secador, asentar los parámetros de funcionamiento del secador en planilla correspondiente.      |

### Comentarios

**Nota:** Los trabajos pendientes de realización o acciones futuras que aquí se detallen, deben ser acompañados por el correspondiente número de OT, la cual quedará abierta hasta la realización del mismo.

Firma Responsable:

## APÉNDICE 7

### INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PARA CHILLER

Fecha inicio: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Fecha finalización: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Chiller # \_\_\_\_

Hora de parada: \_\_\_\_: \_\_\_\_

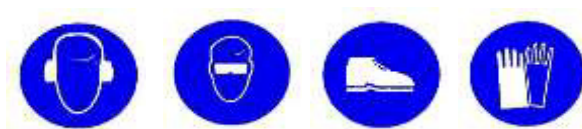
Hora de arranque: \_\_\_\_: \_\_\_\_

OT # \_\_\_\_\_

Técnicos: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ Hrs. de marcha: \_\_\_\_\_

#### 1. Condiciones de seguridad

Los elementos de protección personal a utilizarse para esta tarea son:



#### 2. Elementos necesarios

- Herramientas asignadas al sector.
- Aspiradora.
- Megómetro
- Trapos de algodón.

#### 3. Desarrollo

Frecuencias: A= Anual M= Mensual

| A | M | No | Actividad                                                       |
|---|---|----|-----------------------------------------------------------------|
|   |   | 01 | Limpieza de filtro de agua.                                     |
|   |   | 02 | Limpieza de filtros de condensadores -con aspiradora-.          |
|   |   | 03 | Limpieza de condensadores -con aspiradora-.                     |
|   |   | 04 | Control de estanqueidad de circuito de agua fría en el chiller. |
|   |   | 05 | Control de temperatura de los compresores.                      |



|  |  |           |                                                                                                                          |
|--|--|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <b>06</b> | Control visual del nivel de aceite de los compresores.                                                                   |
|  |  | <b>07</b> | Control visual de carga de refrigerante en los pilotos de control de líquido.                                            |
|  |  | <b>08</b> | Inspección visual de los condensadores, compresores y tuberías de conducción de refrigerante en busca de posibles fugas. |
|  |  | <b>09</b> | Inspección visual del interior del tablero eléctrico.                                                                    |
|  |  | <b>10</b> | Revisión de estado general y limpieza del exterior del chiller.                                                          |
|  |  | <b>11</b> | Control de funcionamiento de presóstatos de falla de baja y alta presión de refrigerante.                                |
|  |  | <b>12</b> | Control de funcionamiento de los testigos de caudal.                                                                     |
|  |  | <b>13</b> | Recambio de aceite y filtros deshidratantes.                                                                             |
|  |  | <b>14</b> | Reajuste de conexiones eléctricas y limpieza del interior del tablero eléctrico.                                         |
|  |  | <b>15</b> | Reajuste de conexiones eléctricas en borneras de conexión eléctrica, en bomba de agua, compresores y ventiladores.       |
|  |  | <b>16</b> | Medición de aislamiento de bobinados eléctricos de motores de compresores, bomba y ventiladores.                         |

Comentarios

**Nota:** Los trabajos pendientes de realización o acciones futuras que aquí se detallen, deben ser acompañados por el correspondiente número de OT, la cual quedará abierta hasta la realización del mismo.

Firma Responsable:

## APÉNDICE 8

### INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PARA TORRES DE ENFRIAMIENTO Y DOSIFICADOR DE PIGMENTO

Fecha inicio: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Fecha finalización: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Torre # \_\_\_\_

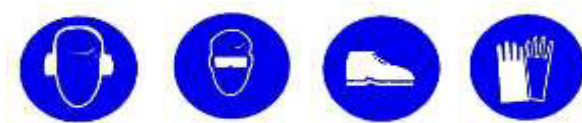
Hora de inicio: \_\_\_\_: \_\_\_\_

Hora de finalización: \_\_\_\_: \_\_\_\_ OT # \_\_\_\_

Técnicos: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ Hrs. de marcha: \_\_\_\_\_

#### 1. Condiciones de seguridad

Los elementos de protección personal a utilizarse para esta tarea son:



#### 2. Desarrollo

Frecuencias: A= Anual S= Semestral M= Mensual

#### TORRE DE ENFRIAMIENTO

| 2A | A | S | M | No | Actividad                                                                                                     |
|----|---|---|---|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |   |   |   | 01 | Limpieza de paneles de filtro. -si aplica-                                                                    |
|    |   |   |   | 02 | Revisión de la correcta dispersión del agua por los paneles de relleno.                                       |
|    |   |   |   | 03 | Revisión de correcto funcionamiento del sistema automático de purga. -si aplica-                              |
|    |   |   |   | 04 | Revisión de integridad y prueba de funcionamiento de válvula basculante de reposición de agua.                |
|    |   |   |   | 05 | Revisión de estado de la estructura, protecciones y batea.                                                    |
|    |   |   |   | 06 | Revisión de estado y limpieza de malla de succión.                                                            |
|    |   |   |   | 07 | Desarme de paneles del relleno si es que el diferencial de temperatura es menor al indicado por el fabricante |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

**08** Vaciado y limpieza de la batea.

| DOSIFICADOR DE PIGMENTO |   |   |   |                                                                                                   |
|-------------------------|---|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2A                      | A | S | M | No                      Actividad                                                                 |
|                         |   |   |   | <b>01</b> Verificación del correcto funcionamiento de las bombas del dosificador.                 |
|                         |   |   |   | <b>02</b> Revisión de estado mangueras de dosificación. Reemplazar de ser necesario.              |
|                         |   |   |   | <b>03</b> Revisión de estado de cables y conexiones eléctricas de las bombas.                     |
|                         |   |   |   | <b>04</b> Revisión de estado de contenedores antiderrames de reservorios de aditivos en servicio. |

**Comentarios**

**Nota:** Los trabajos pendientes de realización o acciones futuras que aquí se detallen, deben ser acompañados por el correspondiente número de OT, la cual quedará abierta hasta la realización del mismo.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma Responsable:

**APÉNDICE 9****INSTRUCTIVO PARA ARRANQUE DE INYECTORA**

Fecha inicio: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
Inyectora # \_\_\_\_

Fecha finalización: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Hora de parada: \_\_\_\_: \_\_\_\_  
OT # \_\_\_\_\_

Hora de arranque: \_\_\_\_: \_\_\_\_

Técnicos: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ Hrs. de marcha: \_\_\_\_\_

**1. CONDICIONES DE SEGURIDAD**

Los elementos de protección personal a utilizarse para esta tarea son:



Orejeras



Gafas



Zapatos Especiales



Guantes

**2. ELEMENTOS NECESARIOS**

Líquido desmoldante

Máscara protectora

Guantes de Kevlar de cobertura de brazos completos

Traje de cuero protector

**3. DESARROLLO**

- a. Cuatro horas antes de iniciar la producción se debe encender el silo secador y elevar la temperatura a 150°C para iniciar el proceso de secado de la resina, en el caso que la resina haya sido previamente

secada, se debe detener la temperatura del secador en el valor estándar para el proceso de inyección (150°C).

- b.** Dos horas antes de iniciar la producción se debe setear la temperatura de la máquina y el molde en 200°C, además se debe limpiar el tornillo extrusor (mixer) eliminando cualquier residuo de resina.
- c.** Cincuenta minutos antes de iniciar la producción elevar la temperatura de la máquina y del molde a 290°C y 280°C respectivamente.
- d.** Cuando las temperaturas antes indicadas se han alcanzado se deben ingresar los parámetros estándares para iniciar la producción, los cuales se detallan a continuación:

| <b>Parámetro</b>           | <b>Valor</b> |
|----------------------------|--------------|
| Tips                       | 70%          |
| Tiempo Refrigeración       | 4seg         |
| Posición de transición     | 20mm         |
| Tiempo de Expulsión        | 3seg         |
| Presión máxima de llenado  | 1200psi      |
| Presión de cierre de molde | 180psi       |

- e.** Rociar con líquido desmoldante las cavidades, machos y neck – ring, con el fin de evitar que las preformas se queden pegadas al molde.
- f.** Purgar hasta que la resina tenga la viscosidad suficiente para iniciar la inyección.
- g.** Inyectar en semiautomático hasta que salgan preformas de cada una de las cavidades del molde, en este punto personal de calidad deberá

realizar inspección de las preformas a fin de constatar que estas cumplen con los estándares de calidad requeridos del producto final.

- h.** Verificar que los parámetros estándar ingresados en el punto d se mantienen, cuidando especialmente que los tiempos de enfriamiento y expulsión de las preformas se mantengan en la cantidad indicada.
- i.** Verificar que en las bandas transportadoras de descarga no queden preformas residuales de paradas anteriores o de la inyección en semiautomático.
- j.** Cuando se haya comprobado que de todas las cavidades se obtienen preformas con las características de calidad óptimas entonces se puede dar inicio a la inyección formal.

Cuando la máquina se ha detenido para realizar un cambio de color el proceso de arranque difiere al anterior pues en estos casos se debe realizar una limpieza del tornillo extrusor donde se ha inyectado el pigmento, en este caso las instrucciones a seguir son:

- a.** Preparar la tolva móvil con resina de molienda recuperada cristal y secar a 120°C durante 2 horas
- b.** Conectar alimentación en la garganta de la inyectora.
- c.** Rociar con líquido desmoldante las cavidades, machos y neck – ring, con el fin de evitar que las preformas se queden pegadas al molde.

- d. Purgar con molienda verificando el grado de contaminación.
- e. Ingresar los parámetros estándares para iniciar la producción:

| Parámetro                  | Valor    |
|----------------------------|----------|
| Tips                       | 70%      |
| Tiempo Refrigeración       | 4seg     |
| Posición de transición     | 20mm     |
| Tiempo de Expulsión        | 3seg     |
| Presión máxima de llenado  | 1.200psi |
| Presión de cierre de molde | 180psi   |

- f. Realizar corridas de producción de purga hasta que el material tenga la viscosidad suficiente para ser inyectado.
- g. Inyectar en semiautomático hasta que salgan preformas de cada una de las cavidades del molde.
- h. Verificar que los parámetros estándar ingresados en el punto e se mantienen.
- i. Verificar la calidad del producto, una vez que las preformas tengan la coloración deseada, conectar la alimentación de la inyectora al silo de resina virgen.

## APÉNDICE 10

### REQUERIMIENTO DE PREFORMAS: DETALLE POR CLIENTES

**MES:**

**AUTORIZADO POR:**

| CLIENTES       | GRAMAJE | COLOR | CANTIDAD |
|----------------|---------|-------|----------|
| CLIENTE A      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| CLIENTE B      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| CLIENTE C      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| CLIENTE D      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| CLIENTE E      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| CLIENTE F      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| CLIENTE G      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| CLIENTE H      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| CLIENTE I      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| CLIENTE J      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| CLIENTE K      |         |       |          |
|                |         |       |          |
| SUBTOTAL       |         |       |          |
| TOTAL CLIENTES |         |       |          |



# **APÉNDICE 11** **INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO: PREFORMAS**

| GE                      | Color           | Estandar | LOTE | CAJAS        |           |           |            | UNIDADES          |                |                |                  | TOTAL UNIDADES    |
|-------------------------|-----------------|----------|------|--------------|-----------|-----------|------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|
|                         |                 |          |      | CB-412       | BAHYA     | JADE      | PAPET      | CB-412            | BAHYA          | JADE           | PAPET            |                   |
| 18                      | Cristal         | 19.000   | 51   |              |           |           | 12         | -                 | -              | -              | 228.000          | 228.000           |
| 18                      | Azul Cobaltino  | 19.000   | 258  |              |           |           | 3          | -                 | -              | -              | 57.000           | 57.000            |
| 22                      | Cristal IMP     | 15.046   | 124  | 45           |           |           |            | 677.070           | -              | -              | -                | 677.070           |
| 22                      | Cristal         | 18.000   | 85   | 134          |           |           |            | 2.412.000         | -              | -              | -                | 2.412.000         |
| 22                      | Cristal         | 16.000   | 115  | 8            |           |           |            | 128.000           | -              | -              | -                | 128.000           |
| 22                      | Cristal UV      | 18.000   | 69   | 1            |           |           |            | 18.000            | -              | -              | -                | 18.000            |
| 22                      | Cristal UV      | 16.000   | 194  |              |           |           | 5          | -                 | -              | -              | 80.000           | 80.000            |
| 22                      | Azul Cobaltino  | 16.000   | 716  |              | 11        |           |            | -                 | 176.000        | -              | -                | 176.000           |
| 22                      | Verde Esmeralda | 16.000   | 98   |              |           |           | 2          | -                 | -              | -              | 32.000           | 32.000            |
| 22                      | Verde Esmeralda | 16.000   | 50   |              |           |           | 1          | -                 | -              | -              | 16.000           | 16.000            |
| 25                      | Hércules        | 16.000   | 678  |              |           | 5         |            | -                 | 96.000         | -              | -                | 96.000            |
| 25                      | Celeste         | 16.000   | 732  |              |           | 1         |            | -                 | 16.000         | -              | -                | 16.000            |
| 25                      | Celeste         | 16.000   | 101  |              |           |           | 6          | -                 | -              | -              | 96.000           | 96.000            |
| 25                      | Celeste         | 16.000   | 116  | 8            |           |           |            | 128.000           | -              | -              | -                | 128.000           |
| 25                      | Cristal UV      | 16.000   | 89   |              |           |           | 5          | -                 | -              | -              | 80.000           | 80.000            |
| 25                      | Cristal         | 16.000   | 12   |              |           |           | 1          | -                 | -              | -              | 16.000           | 16.000            |
| 25                      | Cristal         | 16.000   | 96   |              |           |           | 2          | -                 | -              | -              | 32.000           | 32.000            |
| 25                      | Cristal         | 16.000   | 108  |              |           |           | 7          | -                 | -              | -              | 112.000          | 112.000           |
| 25                      | Cristal         | 16.000   | 112  | 25           |           |           |            | 400.000           | -              | -              | -                | 400.000           |
| 25                      | Verde Esmeralda | 16.000   | 111  | 6            |           |           |            | 96.000            | -              | -              | -                | 96.000            |
| 25                      | Rosa UV         | 16.000   | 82   |              |           |           | 5          | -                 | -              | -              | 80.000           | 80.000            |
| 26                      | Verde Fontana   | 16.000   | 648  | 4            |           |           |            | 64.000            | -              | -              | -                | 64.000            |
| 26                      | Verde Esmeralda | 16.000   | 665  | 3            |           |           |            | 48.000            | -              | -              | -                | 48.000            |
| 26                      | Verde Esmeralda | 16.000   | 25   | 8            |           |           |            | 128.000           | -              | -              | -                | 128.000           |
| 26                      | Cristal         | 16.000   | 672  | 1            |           |           |            | 16.000            | -              | -              | -                | 16.000            |
| 26                      | Cristal         | 16.000   | 554  |              | 4         |           |            | -                 | 64.000         | -              | -                | 64.000            |
| 26                      | Cristal         | 16.000   | 542  |              | 1         |           |            | -                 | 16.000         | -              | -                | 16.000            |
| 26                      | Cristal         | 16.000   | 66   | 12           |           |           |            | 192.000           | -              | -              | -                | 192.000           |
| 26                      | Cristal         | 16.000   | 117  | 15           |           |           |            | 240.000           | -              | -              | -                | 240.000           |
| 26                      | Celeste         | 16.000   | 523  |              |           | 1         |            | -                 | 16.000         | -              | -                | 16.000            |
| 26                      | Azul Cobaltino  | 16.000   | 86   | 14           |           |           |            | 224.000           | -              | -              | -                | 224.000           |
| 44                      | Verde Fontana   | 8.000    | 644  | 37           |           |           |            | 296.000           | -              | -              | -                | 296.000           |
| 44                      | Verde Esmeralda | 8.000    | 107  | 14           |           |           |            | 112.000           | -              | -              | -                | 112.000           |
| 44                      | Cristal         | 8.000    | 87   | 29           |           |           |            | 232.000           | -              | -              | -                | 232.000           |
| 44                      | Cristal         | 8.000    | 82   | 20           |           |           |            | 160.000           | -              | -              | -                | 160.000           |
| 44                      | Cristal         | 8.000    | 114  | 84           |           |           |            | 672.000           | -              | -              | -                | 672.000           |
| 44                      | Cristal         | 8.000    | 56   |              |           |           | 1          | -                 | -              | -              | 8.000            | 8.000             |
| 44                      | Cristal         | 8.000    | 71   |              |           |           | 3          | -                 | -              | -              | 24.000           | 24.000            |
| 44                      | Cristal         | 8.000    | 39   | 1            |           |           |            | 8.000             | -              | -              | -                | 8.000             |
| 44                      | Cristal UV      | 8.000    | 91   | 4            |           |           |            | 32.000            | -              | -              | -                | 32.000            |
| 44                      | Azul Cobaltino  | 8.000    | 673  |              | 17        |           |            | -                 | 136.000        | -              | -                | 136.000           |
| 52                      | Cristal IMP     | 6.987    | 503  |              |           |           |            | -                 | -              | -              | -                | -                 |
| 56                      | Verde Esmeralda | 7.000    | 397  | 1            |           |           |            | 7.000             | -              | -              | -                | 7.000             |
| 56                      | Verde Esmeralda | 7.000    | 41   | 5            |           |           |            | 35.000            | -              | -              | -                | 35.000            |
| 56                      | Verde Esmeralda | 7.000    | 711  | 1            |           |           |            | 7.000             | -              | -              | -                | 7.000             |
| 56                      | Verde Fontana   | 7.000    | 34   | 2            |           |           |            | 14.000            | -              | -              | -                | 14.000            |
| 56                      | Cristal         | 7.000    | 553  |              |           | 1         |            | -                 | 7.000          | -              | -                | 7.000             |
| 56                      | Cristal         | 7.000    | 78   | 53           |           |           |            | 371.000           | -              | -              | -                | 371.000           |
| 56                      | Azul Cobaltino  | 7.000    | 54   | 8            |           |           |            | 56.000            | -              | -              | -                | 56.000            |
| 60                      | Verde Fontana   | 6.500    | 346  | 2            |           |           |            | 13.000            | -              | -              | -                | 13.000            |
| 60                      | Cristal         | 6.500    | 54   | 1            |           |           |            | 6.500             | -              | -              | -                | 6.500             |
| 60                      | Cristal         | 6.500    | 684  | 4            |           |           |            | 26.000            | -              | -              | -                | 26.000            |
| 60                      | Cristal         | 6.500    | 521  |              |           | 1         |            | -                 | 6.500          | -              | -                | 6.500             |
| 60                      | Cristal         | 6.500    | 26   |              |           |           | 2          | -                 | -              | -              | 13.000           | 13.000            |
| 60                      | Cristal         | 6.500    | 536  |              |           | 26        |            | -                 | -              | 169.000        | -                | 169.000           |
| 60                      | Cristal         | 6.500    | 85   | 60           |           |           |            | 390.000           | -              | -              | -                | 390.000           |
| 60                      | Cristal         | 6.500    | 113  | 64           |           |           |            | 416.000           | -              | -              | -                | 416.000           |
| 60                      | Verde Esmeralda | 6.500    | 88   | 24           |           |           |            | 156.000           | -              | -              | -                | 156.000           |
| 60                      | Azul Cobaltino  | 6.500    | 38   |              |           |           | 15         | -                 | -              | -              | 97.500           | 97.500            |
| 60                      | Azul Cobaltino  | 6.500    | 119  | 47           |           |           |            | 305.500           | -              | -              | -                | 305.500           |
| 62                      | Cristal         | 6.500    | 54   | 1            |           |           |            | 6.500             | -              | -              | -                | 6.500             |
| 62                      | Cristal         | 6.500    | 488  | 1            |           |           |            | 6.500             | -              | -              | -                | 6.500             |
| 62                      | Cristal         | 6.500    | 93   | 19           |           |           |            | 123.500           | -              | -              | -                | 123.500           |
| 62                      | Cristal         | 6.500    | 108  | 25           |           |           |            | 162.500           | -              | -              | -                | 162.500           |
| 62                      | Verde Esmeralda | 6.500    | 106  | 6            |           |           |            | 39.000            | -              | -              | -                | 39.000            |
| 62                      | Verde Esmeralda | 6.500    | 96   | 1            |           |           |            | 6.500             | -              | -              | -                | 6.500             |
| 89                      | Cristal-EXP     | 3.100    | 672  |              |           | 7         |            | -                 | 21.700         | -              | -                | 21.700            |
| 89                      | Cristal-EXP     | 3.100    | 76   |              |           |           | 36         | -                 | -              | -              | 111.600          | 111.600           |
| 89                      | Cristal         | 3.100    | 676  | 9            |           |           |            | 27.900            | -              | -              | -                | 27.900            |
| 89                      | Cristal-EXP     | 3.100    | 66   |              |           |           | 195        | -                 | -              | -              | 604.500          | 604.500           |
| 89                      | Cristal-EXP     | 3.100    | 72   |              |           |           | 14         | -                 | -              | -              | 43.400           | 43.400            |
| 89                      | Celeste-EXP     | 3.100    | 73   |              |           |           | 11         | -                 | -              | -              | 34.100           | 34.100            |
| 89                      | Celeste-EXP     | 3.100    | 685  |              |           | 2         |            | -                 | 6.200          | -              | -                | 6.200             |
| 89                      | Celeste-EXP     | 3.100    | 396  | 8            |           |           |            | 24.800            | -              | -              | -                | 24.800            |
| <b>TOTALES</b>          |                 |          |      | <b>815</b>   | <b>52</b> | <b>26</b> | <b>326</b> | <b>8.483.279</b>  | <b>561.409</b> | <b>169.000</b> | <b>1.765.100</b> | <b>10.978.778</b> |
| <b>TOTALES CAJAS</b>    |                 |          |      | <b>1.219</b> |           |           |            |                   |                |                |                  |                   |
| <b>TOTALES UNIDADES</b> |                 |          |      |              |           |           |            | <b>10.978.778</b> |                |                |                  |                   |

## APÉNDICE 12

**REGISTRO DIARIO DE PRODUCTO TERMINADO**

[illegible]

APÉNDICE 13  
PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

|            |     |            |
|------------|-----|------------|
| ELABORADO: | MES | ENERO 2008 |
|------------|-----|------------|

|           |         |   |
|-----------|---------|---|
| APROBADO: | VERSION | 1 |
|-----------|---------|---|

| REQUERIMIENTO POR GRAMAJE / DEMANDA POR CLIENTE |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
|-------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| CLIENTES                                        | 18        | 22 short  | 22 long   | 25        | 28        | 44        | 47        | 56        | 60        | 62        | 89        | TOTAL      |
| CLIENTE A                                       |           | 2.387.000 | 1.950.000 |           | 2.355.000 | 8.300.000 |           | 2.584.000 | 3.503.000 | 2.207.000 |           | 23.296.000 |
| CLIENTE B                                       |           | 2.000.000 | 1.500.000 |           |           | 1.000.000 | 1.800.000 |           |           | 1.000.000 |           | 7.300.000  |
| CLIENTE C                                       |           | 1.716.000 |           | 378.000   |           |           |           |           |           |           |           | 2.094.000  |
| CLIENTE D                                       | 861.000   | 1.700.000 |           | 150.000   |           | 10.000    |           |           |           |           |           | 2.721.000  |
| CLIENTE E                                       |           |           |           |           |           |           |           | 600.000   |           |           | 600.000   | 1.200.000  |
| CLIENTE F                                       |           | 26.000    |           | 450.000   |           |           |           | 10.000    |           | 4.000     |           | 490.000    |
| CLIENTE G                                       |           |           |           | 900.000   |           | 96.000    |           |           |           |           |           | 996.000    |
| CLIENTE H                                       | 75.000    |           |           | 40.000    |           | 130.000   |           | 40.000    |           |           |           | 295.000    |
| CLIENTE I                                       | 330.000   | 45.000    |           |           |           | 22.000    |           | 40.000    | 30.000    |           |           | 467.000    |
| CLIENTE J                                       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 496.000   | 496.000    |
| CLIENTE K                                       | 117.000   | 154.000   |           | 16.000    |           | 37.000    |           | 27.000    | 33.000    |           |           | 384.000    |
| TOTAL DEMANDA                                   | 1.383.000 | 8.038.000 | 3.450.000 | 1.934.000 | 2.355.000 | 9.595.000 | 1.800.000 | 3.301.000 | 3.566.000 | 3.211.000 | 1.096.000 | 39.729.000 |
| CAP PROD 30 DIAS PROM                           | 1.520.000 | 4.860.000 | 4.096.000 | 3.104.000 | 1.120.000 | 8.860.000 | 1.656.000 | 3.080.000 | 3.471.000 | 3.815.500 | 809.100   | 36.411.600 |
| INVENT INICIAL PREFORMAS                        | 1.615.000 | 5.128.000 | 2.624.000 | 1.376.880 | 2.080.000 | 1.400.000 | 288.000   | 497.000   | 507.000   | 532.580   | 406.100   | 16.454.560 |
| INVENTARIO FINAL                                | 1.752.000 | 1.950.000 | 3.270.000 | 2.546.880 | 645.000   | 666.000   | 144.000   | 276.000   | 412.000   | 1.137.080 | 119.200   | 13.137.160 |

|           |         | DIAS DE PRODUCCIÓN REQUERIDOS POR GRAMAJE |     |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |                 |
|-----------|---------|-------------------------------------------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|-----------------|
| CAPACIDAD |         | LINEA                                     | 18  | 22   | 22   | 25   | 28  | 44   | 47  | 56   | 60   | 62   | 89  | Días Producción |
| 324.000   | 162.500 | L1                                        |     | 15,0 |      |      |     |      |     |      | 14,0 |      |     | 29,0            |
| 184.000   | 149.500 | L2                                        |     |      |      |      |     | 20,0 |     |      |      | 9,0  |     | 29,0            |
| 184.000   | 130.000 | L3                                        |     |      |      |      |     | 20,0 | 9,0 |      |      |      |     | 29,0            |
| 152.000   | 130.000 | L4                                        |     |      |      |      |     | 10,0 |     |      |      | 19,0 |     | 29,0            |
| 190.000   | 160.000 | L5                                        | 8,0 |      |      | 13,0 | 7,0 |      |     |      |      |      |     | 28,0            |
| 154.000   | 89.900  | L6                                        |     |      |      |      |     |      |     | 20,0 |      |      | 9,0 | 29,0            |
| 256.000   | 89.900  | L7                                        |     |      | 16,0 | 4,0  |     |      |     |      | 8,0  |      |     | 28,0            |

|            |         |                 |
|------------|---------|-----------------|
| ELABORADO: | MES     | FEBRERO<br>2008 |
| APROBADO:  | VERSION | 1               |

| REQUERIMIENTO POR GRAMAJE / DEMANDA POR CLIENTE |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |
|-------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| CLIENTES                                        | 18        | 22 short  | 22 long   | 25        | 28        | 44        | 47        | 56        | 60        | 62        | 89       |
| CLIENTE A                                       |           |           | 5,074.000 |           | 2,882.000 | 6,856.000 |           | 2,592.000 | 3,323.000 | 1,903.000 |          |
| CLIENTE B                                       |           | 1,700.000 | 1,500.000 |           |           | 450.000   | 1,800.000 |           |           | 1,000.000 |          |
| CLIENTE C                                       | 861.000   |           | 1,700.000 | 150.000   |           | 10.000    |           |           |           |           |          |
| CLIENTE D                                       |           | 1,000.000 | 716.000   | 128.000   |           |           |           |           |           |           |          |
| CLIENTE E                                       |           |           |           | 900.000   |           | 96.000    |           |           |           |           |          |
| CLIENTE F                                       | 330.000   | 46.000    |           |           |           | 22.000    |           | 40.000    | 30.000    |           |          |
| CLIENTE G                                       |           | 27.000    |           | 450.000   |           |           |           | 17.000    |           | 8.000     |          |
| CLIENTE H                                       | 117.000   | 158.000   |           | 16.000    |           | 37.000    |           | 27.000    | 33.000    |           |          |
| CLIENTE I                                       | 75.000    |           |           | 40.000    |           | 130.000   |           | -         |           |           | -        |
| CLIENTE J                                       |           |           |           |           |           |           |           | 900.000   |           |           | 496.000  |
| CLIENTE K                                       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 250.000  |
| TOTAL DEMANDA                                   | 1,383,000 | 2,930,000 | 8,990,000 | 1,684,000 | 2,882,000 | 7,601,000 | 1,800,000 | 3,176,000 | 3,386,000 | 2,911,000 | 7,46,000 |
| CAP PROD 30 DIAS PROM                           | 1,520.000 | 2,916.000 | 6,400.000 | 1,024.000 | 3,360.000 | 7,872.000 | 2,024.000 | 3,234.000 | 3,250.000 | 3,900.000 | 719.200  |
| INVENT INICIAL PREFORMAS                        | 1,752.000 | 1,950.000 | 3,270.000 | 2,546.880 | 945.000   | 695.000   | 144.000   | 276.000   | 412.000   | 1,137.080 | 119.200  |
| INVENTARIO FINAL                                | 1,869.000 | 1,936.000 | 680.000   | 1,886.880 | 1,323.000 | 955.000   | 368.000   | 334.000   | 276.000   | 2,126.080 | 92.400   |

| DIAS DE PRODUCCION REQUERIDOS POR GRAMAJE |         |     |     |      |     |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------|---------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| CAPACIDAD                                 | LINEA   | 18  | 22  | 22   | 25  | 28   | 44   | 47   | 56   | 60   | 89   |
| 324 000                                   | 162 500 |     |     |      |     |      |      |      |      |      |      |
| 184 000                                   | 149 500 |     | 9,0 |      |     |      |      |      |      | 20,0 |      |
| 184 000                                   | 130 000 |     |     |      |     |      | 16,0 | 11,0 |      | 30,0 |      |
| 152 000                                   | 130 000 |     |     |      |     |      | 30,0 |      |      |      |      |
| 190 000                                   | 160 000 | 8,0 |     |      |     | 21,0 |      |      |      |      |      |
| 154 000                                   | 89 900  |     |     |      |     |      |      |      | 21,0 |      | 8,0  |
| 256 000                                   | 89 900  |     |     | 25,0 | 4,0 |      |      |      |      |      | 29,0 |

|            |         |            |
|------------|---------|------------|
| ELABORADO: | MES     | MARZO 2008 |
| APROBADO:  | VERSION | 1          |

| CLIENTES                 | REQUERIMIENTO POR GRAMAJE / DEMANDA POR CLIENTE |           |           |           |           |           |           |           |           |           |        |            |
|--------------------------|-------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|------------|
|                          | 18                                              | 22 short  | 22 long   | 25        | 28        | 44        | 47        | 56        | 60        | 62        | 89     | TOTAL      |
|                          | CLIENTE A                                       | 500.000   | 4.578.000 |           | 2.992.000 | 6.901.000 |           | 2.438.000 | 3.321.000 | 1.938.000 |        | 22.668.000 |
|                          | CLIENTE B                                       | 2.200.000 | 1.500.000 |           |           | 450.000   | 1.800.000 |           |           | 1.000.000 |        | 6.950.000  |
|                          | CLIENTE C                                       | 861.000   | 1.700.000 | 150.000   |           | 10.000    |           |           |           |           |        | 2.721.000  |
|                          | CLIENTE D                                       |           | 658.000   | 658.000   | 378.000   |           |           |           |           |           |        | 2.094.000  |
|                          | CLIENTE E                                       |           |           |           | 900.000   |           | 96.000    |           |           |           |        | 996.000    |
|                          | CLIENTE F                                       | 330.000   | 45.000    |           |           |           | 22.000    |           | 40.000    | 30.000    |        | 467.000    |
|                          | CLIENTE G                                       |           | 27.000    |           | 450.000   |           |           |           | 18.000    |           | 10.000 | 505.000    |
|                          | CLIENTE H                                       | 117.000   | 158.000   |           | 16.000    |           | 37.000    |           | 17.000    | 33.000    |        | 378.000    |
|                          | CLIENTE I                                       |           |           |           |           |           | 130.000   |           |           |           |        | 245.000    |
|                          | CLIENTE J                                       | 75.000    |           |           | 40.000    |           |           |           | 750.000   |           |        | 750.000    |
|                          | CLIENTE K                                       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |        | -          |
| TOTAL DEMANDA            | 1.383.000                                       | 5.488.000 | 6.536.000 | 1.934.000 | 2.992.000 | 7.616.000 | 1.800.000 | 3.263.000 | 3.384.000 | 2.948.000 | -      | 37.774.000 |
| CAP PROD 30 DIAS PROM    | 1.330.000                                       | 4.536.000 | 6.912.000 | 1.024.000 | 3.520.000 | 7.872.000 | 2.024.000 | 3.542.000 | 3.361.500 | 3.900.000 | -      | 38.021.500 |
| INVENT INICIAL PREFORMAS | 1.689.000                                       | 1.936.000 | 680.000   | 1.686.880 | 1.323.000 | 956.000   | 368.000   | 334.000   | 276.000   | 2.126.080 | 92.400 | 11.867.360 |
| INVENTARIO FINAL         | 1.636.000                                       | 984.000   | 656.000   | 976.880   | 1.851.000 | 1.182.000 | 592.000   | 613.000   | 253.500   | 3.078.080 | 92.400 | 12.114.860 |

|           |         | DIAS DE PRODUCCIÓN REQUERIDOS POR GRAMAJE |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |    |                 |
|-----------|---------|-------------------------------------------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|----|-----------------|
| CAPACIDAD |         | LINEA                                     | 18  | 22   | 22   | 25  | 28   | 44   | 47   | 56   | 60   | 62   | 89 | Días Producción |
| 324 000   | 162 500 | L1                                        |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |    | 29,0            |
| 184 000   | 149 500 | L2                                        |     | 14,0 |      |     |      |      |      |      | 15,0 |      |    | 30,0            |
| 184 000   | 130 000 | L3                                        |     |      |      |     |      | 16,0 | 11,0 |      |      | 30,0 |    | 29,0            |
| 152 000   | 130 000 | L4                                        |     |      |      |     |      | 30,0 |      |      |      |      |    | 30,0            |
| 190 000   | 160 000 | L5                                        |     |      |      |     | 22,0 |      |      |      |      |      |    | 29,0            |
| 154 000   | 89 900  | L6                                        | 7,0 |      |      |     |      |      |      | 23,0 | 6,0  |      |    | 29,0            |
| 256 000   | 89 900  | L7                                        |     |      | 27,0 | 4,0 |      |      |      |      |      |      |    | 31,0            |

## APÉNDICE 14

### PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

[illegible]