

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad De Ingeniería Industrial y de Sistemas**



**MEJORA DEL PROCESO DE PLANEAMIENTO DE LA  
PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE PLÁSTICOS PAMOLSA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Industrial**

**Molina Suazo, Joseph Michael**

**Lima – Peru**

**2013**

## **DEDICATORIA**

A Dios.

Por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A Valerio Matta, Sheyla Molina, Johanna Castañeda, Ángela Castañeda y Lesly Molina.

Porque en ellos encuentro un gran motivo para superarme y ser ejemplo como persona.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar el más sincero agradecimiento:

A mi mamita Florencia Araujo por inculcar en mi persona excelentes principios, valores y deposito en mí una confianza única. A mi mamita María Chucle por su constante e invaluable apoyo. A mis padres Julio Molina y Lorry Suazo por sus constantes orientaciones, por mostrar día a día qué significa tener capacidad de trabajo y perseverancia. Agradezco a mis hermanos Susy, Maribel, Pedro, Valerio y Sheyla porque son mi inspiración y voluntad para lograr mis metas. Agradezco a mis tíos Esther, Flor, Pedro, José, Reynaldo y Elisabeth por sus consejos de perseverancia, responsabilidad y humildad. Agradezco a mis primos Arturo, Cristian, Johanna, Ángela y Lesly a quienes considero como hermanos por su apoyo incondicional. Agradezco a Madeleine Méndez por brindarme la fortaleza, confianza y alegría en todo momento y quiero hacer un agradecimiento muy especial a la familia Méndez Benito su apoyo, confianza y buenos consejos que siempre me brindan.

# ÍNDICE

DESCRIPTORES TEMÁTICOS.....	1
RESUMEN .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
CAPITULO I.....	4
PENSAMIENTO ESTRATÉGICO .....	4
1. DIAGNÓSTICO FUNCIONAL .....	4
1.1. Información general de la empresa .....	4
1.2. Productos .....	4
1.3. Clientes .....	5
1.4. Proveedores .....	5
1.5. Procesos .....	6
1.5.1. Planeamiento de la Producción .....	6
1.5.2. Proceso de Control de la Producción.....	10
1.5.3. Programación de la Producción .....	12
1.6. Organización .....	15
1.6.1. Organigrama.....	16
1.6.2. Diagrama Organizacional .....	18
2. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO .....	20
2.1. Visión y Misión de la empresa.....	20
2.1.1. Visión .....	20
2.1.2. Misión .....	20
2.2. Política de la Empresa.....	21
2.3. Objetivos estratégicos .....	21
2.4. Fortalezas y Debilidades .....	22
2.4.1. Fortalezas internas claves .....	22
2.4.2. Debilidades Internas Claves .....	23
2.5. Oportunidades y Amenazas .....	23

2.5.1. Oportunidades externas claves.....	23
2.5.2. Amenazas externas claves.....	23
2.6. Matriz FODA.....	24
CAPITULO II.....	25
MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO .....	25
1. TEORÍA DE RESTRICCIONES .....	25
1.1. Definiciones.....	25
1.2. Tipos de Restricción.....	26
1.3. Metodología de solución de problemas.....	28
1.4. Proceso de Mejora Continua .....	31
1.5. Para administrar las restricciones físicas .....	33
CAPITULO III.....	42
PROCESO DE TOMA DE DECISIONES.....	42
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	42
1.1. Descripción de situación problemática .....	42
1.2. Formulación del problema .....	45
2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION .....	45
2.1. Alternativa 01: Mejora del proceso de planeamiento de la Producción en la Planta de Plásticos Pamolsa. ....	45
2.2. Alternativa 02: Implementación de un Overhaul en el Proceso de Producción en la Planta de Plásticos Pamolsa. ....	46
3. SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCION.....	46
3.1. Criterios de Decisión .....	46
3.2. Asignación de Pesos de los criterios de decisión.....	47
3.3. Valoración de alternativas .....	47
3.4. Selección de alternativa .....	48
4. PLANES DE ACCION PARA DESARROLLAR LA SOLUCION PLANTEADA.....	49
4.1. Identificación de las Restricciones del Sistema:.....	49
4.2. Definir como explotar la Restricción .....	59
4.3. Subordinar todo a las Decisiones adoptadas en el paso anterior.	62
4.4. Elevar la Restricción.....	66

4.5. Si en los pasos previos se ha roto la restricción se tiene que volver al primer paso .....	70
CAPITULO IV .....	71
ANALISIS BENEFICIO-COSTO .....	71
1. SELECCIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACION .....	71
1.1. Valor Actual Neto (VAN).....	71
1.2. Tasa interna de Retorno (TIR).....	71
1.3. Beneficios.....	72
2. RESULTADOS DE LA SOLUCION PLANTEADA .....	75
2.1. Estimación de Costos .....	75
2.2. Estimación de Beneficios Tangibles.....	76
2.3. Calculo del VAN y TIR.....	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
GLOSARIO .....	86
BIBLIOGRAFIA.....	87
ANEXOS.....	88
CUADROS Y FIGURAS.....	97
1. INDICE DE CUADROS .....	97
2. INDICE DE FIGURAS .....	97

## **DESCRIPTORES TEMÁTICOS**

Planeamiento y Control de la Producción (PCP)

Planta de Plásticos

Teoría de Restricciones (TOC)

Mejora Continua

## **RESUMEN**

Actualmente la industria de envases de plásticos se encuentra en un mercado de creciente demanda. Para poder atenderla las empresas están aumentando su capacidad de producción mediante la compra de nuevas máquinas, el desarrollo de moldes con mayores capacidades y el constante desarrollo de nuevos productos. A la fecha la empresa ha duplicado su capacidad de producción, sin embargo esto ha conllevado a que la misma deba mejorar su proceso de planificación de la producción para lo cual el objetivo de este informe es desarrollar el análisis, evaluación, implementación e impacto de la mejora del proceso de planificación a través del uso de la Teoría de restricciones en una planta de envases de plástico.



## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se desarrolló la implementación de la teoría de restricciones al proceso de planeamiento de la producción en una empresa industrial productora de envases de plásticos. La aplicación de esta teoría nace como estrategia para hacer frente a la gestión de los recursos de producción frente a un crecimiento vertiginoso de la capacidad de producción. De esta manera se logró objetivos como el aumento de la eficiencia de planta de un 70% a un 80% mensual, se mejoraron los indicadores de las fuentes generadoras de costos como es el caso del stock de rollos inmovilizados que bajo de 350 toneladas mensuales a 250 toneladas mensuales, así mismo ocurrió con el stock de remolidos (material reprocesado), el cual bajo de 200 toneladas a 150 toneladas mensuales.

Por otro lado la implementación tuvo impacto sobre el costo de mano de obra, reduciéndose el costo de sobretiempo en un 13% y el costo de contratar personal externo en un 15%. Así también se redujo los millares de productos observados y se logro la rotación de productos semiprocesados inmovilizados. Con la implementación de esta herramienta se ha logrado mejorar los principales indicadores de sobrecosto lo cual es reflejo de una gestión de recursos más sostenible y eficaz ante una capacidad de planta creciente.

# **CAPITULO I**

## **PENSAMIENTO ESTRATÉGICO**

### **1. DIAGNÓSTICO FUNCIONAL**

#### **1.1. Información general de la empresa**

Es una empresa dedicada al diseño, desarrollo, fabricación, comercialización y servicio postventa de empaques de plástico, aluminio y papel. Es una empresa solida que cuenta con el respaldo de un importante grupo económico de Colombia.

#### **1.2. Productos**

La empresa cuenta con una importante variedad de empaques hechos de plástico, aluminio y papel destinados a ser contenedores de alimentos, de los cuales mencionaremos aquellos que serán de interés para el presente informe en función al material y diseño:

##### **a. Empaques primarios de plástico**

- Envase circular, rectangular
- Tapa circular, rectangular
- Bases y Domos
- Vasos

- Sobrecopas
- Estuches
- Bandejas

### 1.3. Clientes

La cartera de clientes de la empresa en su mayoría son otras empresas entre grandes, medias y pequeñas, desde importantes centros comerciales hasta pequeños puestos de servicios, la empresa busca satisfacer la demanda creciente del mercado en todos los niveles para tal efecto ha realizado una clasificación de los mismo para una mejor atención en función al destino del producto.

- Clientes Industriales (Laive S.A, Gloria S A, Nestle Peru S.A., etc)
- Clientes Agropecuarios (San Fernando, etc)
- Clientes Autoservicios(Hipermercados)
- Clientes Exportación (Dps Chile Ltda, etc)
- Clientes Directos
- Clientes Institucional
- Clientes Masivos

### 1.4. Proveedores

La empresa cuenta con proveedores que nos abastecen de materia prima e insumos nacionales e importados, manejando una cartera amplia de proveedores con sus respectivos lead time y precios como principales factores, para un mejor abastecimiento al proceso productivo clasifica a sus proveedores en función al tipo de compra:

- a. Proveedor para compra Estratégica: cuando el proveedor oferta bienes y servicios muy importantes para el negocio, como son las

materias primas, los materiales de empaque, repuestos especializados y los servicios de asesoría legal.

- b. Proveedor para compras No Estratégicas: Cuando el proveedor oferta bienes y servicios de uso general y normalmente de bajo valor.

## 1.5. Procesos

Antes de iniciar la descripción del proceso producto, se detallan algunas definiciones para una mejor comprensión:

- a. Maestro de Producción: Programa en el que se realiza la simulación de la capacidad de planta y se planea la producción mensual.
- b. Requerimiento Comercial: Documento que contiene información de los pronósticos de ventas mensuales para un periodo de 3 meses iniciando desde el mes actual.
- c. Status del Producto: Porcentaje de avance que tiene el producto en su proceso de desarrollo del producto.
- d. Plan de producción: Documento que contiene información de la cantidad de producto terminado programado a producir para un periodo de 3 meses iniciando desde el mes actual.

### 1.5.1. Planeamiento de la Producción

Para llevar a cabo el proceso de planeamiento de la producción el Ingeniero de PCP realiza la siguiente secuencia:

### 1.5.1.1. Recepción de Requerimientos

#### a. Requerimiento Comercial

El área de PCP recibe cada mes del Área Comercial el Pronóstico de Ventas para establecer la conformidad el requerimiento debe cumplir con los criterios de aceptación siguientes:

##### a.1. Criterios de aceptación

El Ingeniero de PCP debe evaluar que todos los requerimientos comerciales cumplan con lo señalado en el procedimiento "Diseño y Desarrollo de Productos" P-ATEC-001.

En caso no se cumpla el Ingeniero de PCP verificará con el Área de Dirección Técnica el status del producto y determinará la factibilidad de planear su producción.

##### a.2. Modificaciones y nuevos requerimientos

El Área Comercial envía las modificaciones y nuevos requerimientos al área de PCP, los cuales deben cumplir los "Criterios de Aceptación" del punto a.1. anteriormente descritos.

El Ingeniero de PCP, en coordinación con el área comercial, realiza el análisis y la evaluación de factibilidad del requerimiento. En caso sea necesario se modificará el requerimiento, luego el área comercial enviará al Ingeniero de PCP la versión actualizada de los requerimientos en el Pronóstico de Ventas.

#### b. Programa de Mantenimiento

El área de PCP recibe cada mes del Área de Mantenimiento el Programa Mensual de Mantenimiento Preventivo; El cual permite visualizar los días y el tiempo por día de parada de máquina, información que será considerada durante el proceso de planeamiento de la producción.

#### c. Stock Inicial

El auxiliar de información descarga los stocks iniciales luego de constatar con el auxiliar de almacén el término de los ingresos al sistema de la producción del primer turno del último día del mes, información que se considerará durante el proceso de planeación de la producción (Plan Mes Actual Vs. 1).

### 1.5.1.2. Elaboración del Plan de Producción

La planeación de la producción se documenta en el Plan de Producción, el horizonte de planificación es para un periodo de 3 meses. Inicialmente para la elaboración del plan de producción el Ingeniero de PCP realiza el análisis de la capacidad de planta cuyo resultado le permitirá evaluar si se podrá abastecer el requerimiento comercial.

#### a. Análisis de la Capacidad de Planta

El Ingeniero de PCP realiza el análisis de la capacidad de planta en base a la información indicada en el punto 1.5.1.1. descrito anteriormente.

El Ingeniero de PCP ingresa y consolida todos los requisitos de información en el Maestro de Producción en el cual realiza el análisis de la capacidad de planta, si los resultados indican que se puede abastecer el requerimiento comercial, entonces:

- Al plan de producción se le denominará Plan Mes Actual Vs. 1. Si los resultados del análisis de la capacidad de planta indican que no se puede abastecer el requerimiento comercial, entonces:
- El Ingeniero de PCP en coordinación con el área comercial modifican el requerimiento comercial hasta que el análisis de la capacidad de planta indique la factibilidad del requerimiento. El Plan de Producción modificado se denominará Plan Mes Actual Vs.1.

El Ingeniero de PCP genera el Plan Mes Actual Vs. 1 a inicios del mes siguiente y lo envía al área de Logística Abastecimiento. El mismo que se irá actualizando y reenviando durante el mes.

Una vez elaborado el Plan Mes Actual Vs. 1 el Ingeniero de PCP procede a elaborar el Programa Mensual de Producción, el cual se construye a través de referencias de fechas y políticas de inventario.

Derivada de esta información se elabora finalmente el Programa Diario de Producción, de acuerdo a los procedimientos “Programación Planta Espumado, Térmicos y Misceláneos” y “Programación Planta Rígido”.

## 1.5.2. Proceso de Control de la Producción

### 1.5.2.1. Producción diaria

El analista de PCP envía al ingeniero de turno, la cédula de producción, con los datos de producción estándar registrados. Este formato es devuelto con el registro de las cantidades producidas por turno al Área de PCP.

El Ingeniero de PCP en base esta información controla si la producción del lote ha culminado o aun se encuentra en proceso, además verifica y controla la eficiencia diaria.

### 1.5.2.2. Control de Consumo por procesos

El área de PCP recibe los "Partes de producción", en base a esta información el auxiliar de PCP genera los siguientes reportes:

- Control Consumo Extrusión por Mes, contiene información del consumo diario de materia prima en el proceso de extrusión. Con esta información el programador controla que el stock de materia prima y de remolido se encuentren dentro del standard, y reformulará el programa si es necesario.
- Control Consumo Lámina por Mes, contiene información del consumo de lámina en el proceso de termoformado. Con esta información el programador controla si el área de termoformado podrá ser abastecida de acuerdo a la programación inicial, y de ser necesario reformulará la programación.
- Control Consumo Impresión, contiene información del consumo de producto termoformado en el proceso de impresión. Con esta información el programador controla si el área de



Impresión será abastecida de acuerdo a la programación inicial, y de ser necesario reformulará la programación.

- Control Consumo Térmicos, Control que se aplica al área de Espumado contiene información consumo de EPS (Poliestireno Expandible), y la producción detallada por turnos, con esta información el programador controla que el área de Térmicos y misceláneos se encuentre abastecida, y de ser necesario reformulará la programación.

#### 1.5.2.3. Control Mensual

El Ingeniero de PCP consolida la información de cantidad planeada, avance de producción, requerimiento mensual, Stocks diarias y ventas estimadas. Con esta información controla el avance real con respecto a lo planeado por mes, además analiza la disponibilidad de cobertura del requerimiento comercial y establece prioridades en caso de fallas en el proceso productivo.

#### 1.5.2.4. Control de Remolidos

El Ingeniero de PCP mediante el documento "INFORME DE ROMLIDOS", realiza el balance diario remolidos en base a la formulación de extrusión.

#### 1.5.2.5. Control de stock de materia prima

El Ingeniero de PCP, descarga el stock actual del sistema oracle, y en base a ellos controla que haya un nivel adecuado de abastecimiento de materia prima para cumplir el Programa de Producción.

El Ingeniero de PCP en base al “Stock de Rollos” enviado por el área de Producción, analiza la información para asegurar la continuidad del proceso de producción.

### 1.5.3. Programación de la Producción

#### 1.5.3.1. Programación de Extrusión Rígido

El programador de la producción realiza la programación de extrusión evaluando aspectos como:

- Programar con prioridad los productos con menores niveles de stock.
- Evaluar los parámetros de formulación, es decir mantener el stock de scrap entre el mínimo y máximo conforme a la política de stocks y en función a éste determinar la formulación de materia prima.
- Apoyarse de las listas y rutas indicadas en el Maestro de Dirección Técnica.
- Permitir el abastecimiento al área de termoformado en las fechas establecidas de acuerdo al programa de termoformado.
- Verificar la disponibilidad de máquinas conforme a los días y el tiempo de mantenimiento indicado en el “Plan de Mantenimiento Preventivo”.
- Disminuir el tiempo perdido en cambios de referencia.
- Verificar y evaluar que el stock de materia prima y de remolidos cubra la cantidad de producto que se programará para extrusión.

El Ingeniero de PCP registra la programación de extrusión en el documento Programa diario de producción rígido.

### 1.5.3.2. Programación de termoformado Rígido

El programador de la producción realiza el programa tomando en cuentas aspectos como:

- Verificar la cantidad de producto termoformado en el Sistema Oracle, evaluar los días de stocks que serán cubiertos y determinar la fecha máxima en que puede empezar el proceso de termoformado.
  - En base a los días de stock por producto determinados en el plan de producción, establecer las fechas de producción en el programa de producción.
- Cumplir con las fechas de despacho de productos terminados y/o productos que se enviarán a impresión.
- Programar primero los productos con menores días de stock.
- Distribuir de manera proporcional el tiempo de producción del requerimiento en cada semana del mes.
- Mantener la política interna de niveles de stock.
- Cubrir el requerimiento mínimo y posteriormente el stock de los lotes con mayor urgencia.
- Disminuir los tiempos perdidos por cambios de molde.
- Apoyarse de las listas y rutas indicadas en el Maestro de Dirección Técnica.
- Verificar la disponibilidad de máquinas conforme a los días y el tiempo de mantenimiento.
- Verificar y evaluar que el stock de empaque cubra la cantidad de producto que se programará para termoformado.

El Ingeniero de PCP registra la programación de Termoformado en el documento Programa diario de producción planta rígido.

#### 1.5.3.3. Programación Impresión Rígido

El Ingeniero de PCP verifica si el stock de producto en blanco cubre la cantidad de producto que debe ser impreso. En caso no cubra, programará la producción de producto en blanco para impresión conforme al paso 5.2 programación de termoformado. Para realizar la programación de Impresión, el programador evalúa aspectos como:

- Las prioridades del área Comercial.
- Mantener la política de stock de producto en blanco e impreso.
- Verificar la disponibilidad de máquinas conforme a los días y el tiempo de mantenimiento indicado en el plan de mantenimiento preventivo.
- Apoyarse de las listas y rutas indicadas en el Maestro de Dirección Técnica.
- Verificar y evaluar que el stock de empaque cubra la cantidad de producto que se programará para impresión.

El Ingeniero de PCP registra la programación de Impresión en el documento Programa Diario de Producción Planta Rígido.

#### 1.5.3.4. Seguimiento de la programación

Cuando se solicita adelantos y/o aumentos de requerimientos comerciales, el coordinador comercial de producción comunica al área de PCP. El Ingeniero de PCP evalúa la factibilidad del requerimiento en base a:

- Las prioridades del área Comercial.
- Análisis de la capacidad de planta.

- Verifica y evalúa en coordinación con el analista de logística si la capacidad de empaques podrá cubrir el nuevo requerimiento.
- En base a ello determinarán si se aceptan la programación de los adelantos y/o aumentos de requerimientos comerciales. En caso se acepte, se modifica la programación.

Cuando se genera un incumplimiento del programa de Impresión, el responsable del mismo informa a PCP, luego el Ingeniero de PCP verifica si existe suficiente stock para sustituir el incumplimiento, si no hubiese el Ingeniero de PCP reformula el programa considerando aspectos como:

- Necesidad de reformular el Plan de Mantenimiento Preventivo, para lo cual el Ingeniero de PCP coordina con el planeador de mantenimiento, de modificarse el plan se actualiza el programa.
- Necesidad de modificar la fecha de entrega, para lo cual el Ingeniero de PCP informa al analista comercial de producción y en coordinación con el área logística abastecimiento se reformula el Programa Diario de Producción.

Se pueden presentar cambios en el programa diario de producción debido a solicitudes de pruebas, modificaciones en el programa de mantenimiento o acuerdos de reuniones de Operaciones, para lo cual se debe coordinar y evaluar su factibilidad con el Ingeniero de PCP cuidando de no alterar las entregas a los clientes.

## 1.6. Organización

La empresa es una organización vertical cuya estructura organizacional se muestra a continuación:

### 1.6.1. Organigrama

La empresa presenta una estructura vertical como se muestra a continuación en la Figura N°01

#### a. Organigrama Gerencia General

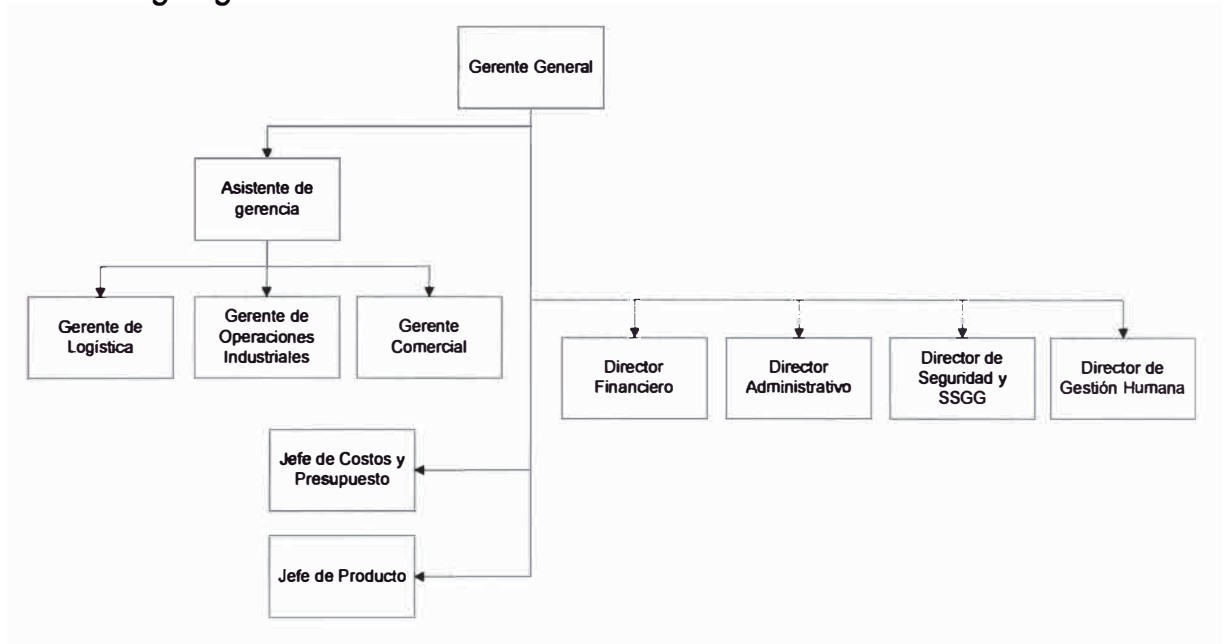
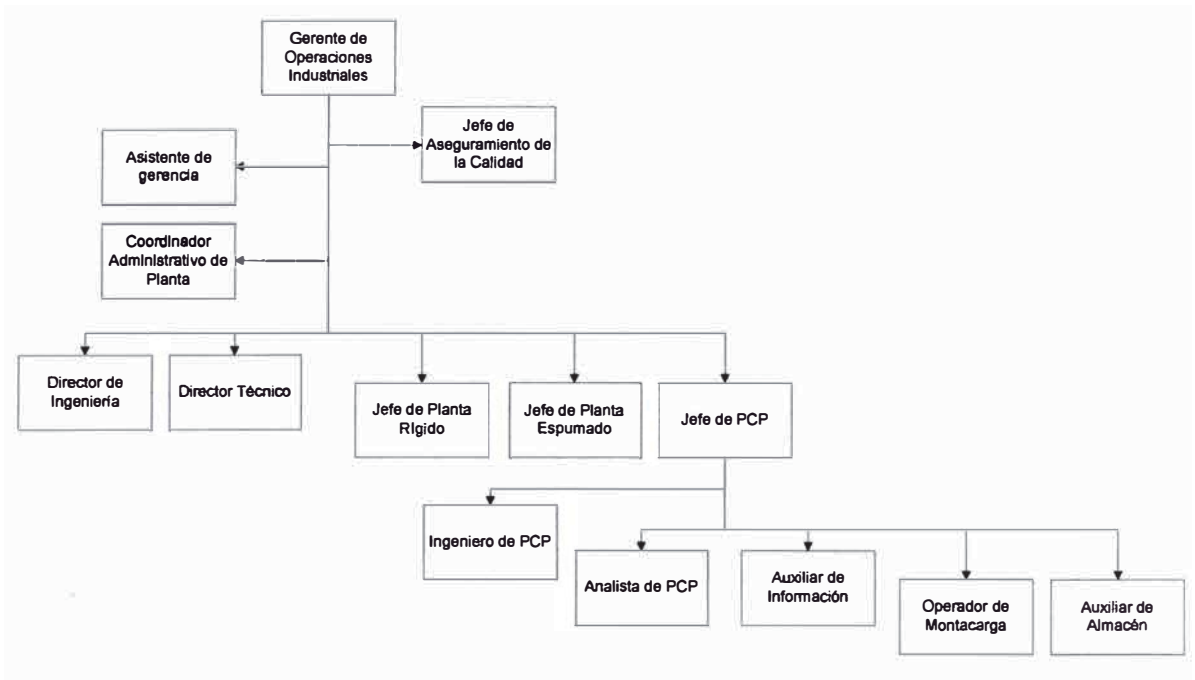


Figura 01 Organigrama Gerencia General  
Fuente: Información proporcionada por la empresa

#### b. Organigrama Gerencia de Operaciones



**Figura 02 Organigrama Gerencia de Operaciones**

Fuente: Información proporcionada por la empresa

A continuación se muestra el diagrama organizacional donde se detalla la relación entre los macro-procesos importantes de la empresa.

### 1.6.2. Diagrama Organizacional

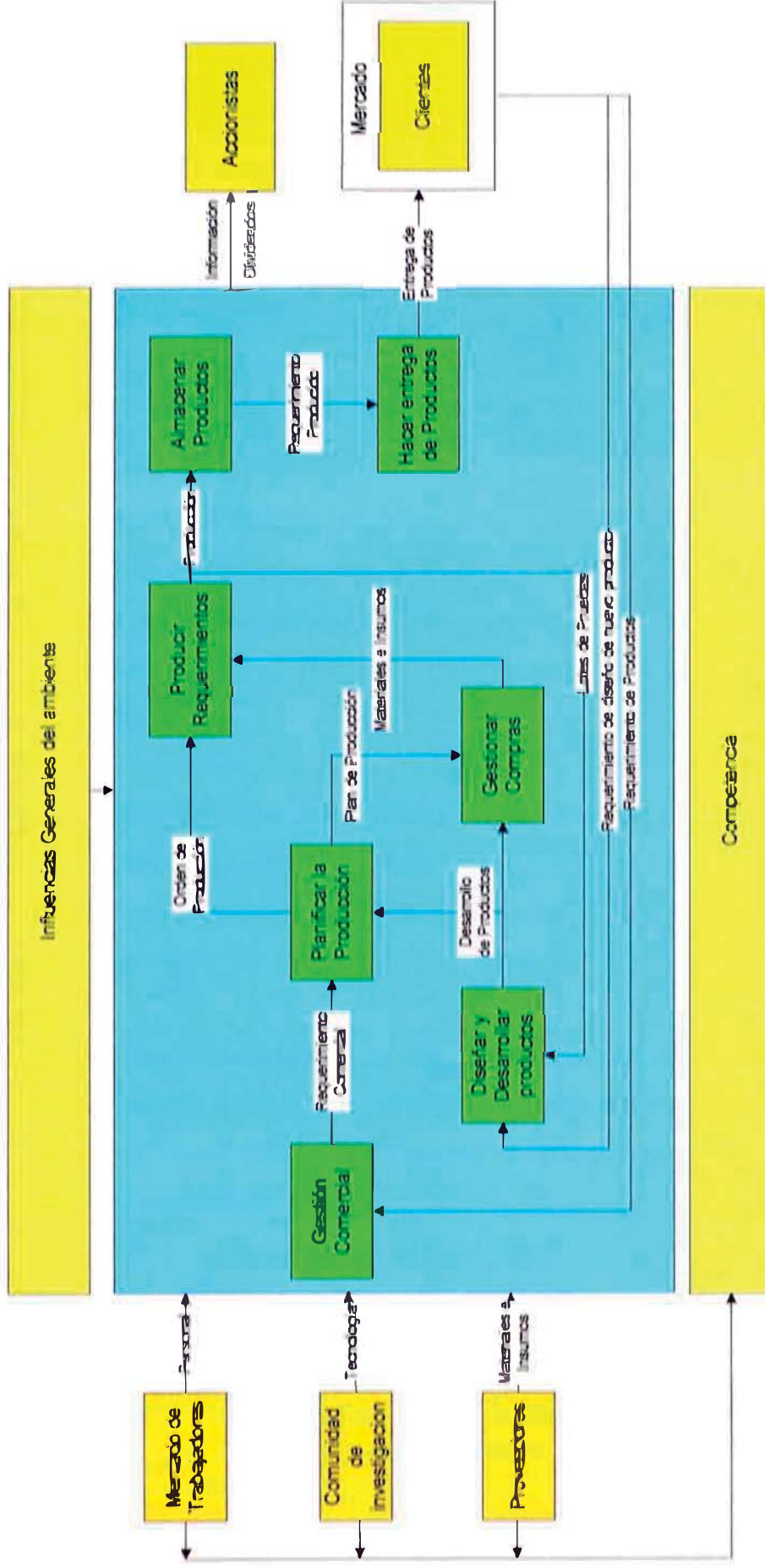


Figura N°03 Diagrama Organizacional

Fuente: Elaboración Propia



En el Diagrama organizacional se puede ver lo siguiente:

- a. **Materiales e Insumos:** entre los principales materiales e insumos tenemos
  - Polipropileno (PP)
  - Poliestireno (PS)
  - Tereftalato de polietileno (PET)
  - Colorante (Masterbash)
  - Bolsas
  - Cajas, etc
  
- b. **Macro Procesos:** Las necesidades de los clientes son captadas por el área comercial la cual lo traduce en requerimientos comerciales y los envía al área de planeamiento de la producción para su programación en planta.

En caso las necesidades de los clientes impliquen el desarrollo de nuevos productos, el área de dirección técnica se encarga de su gestión y una vez desarrollado, se informa a planeamiento de producción, logística y producción.

PCP procesa los requerimientos comerciales haciendo uso de las especificaciones técnicas para elaborar el Plan Mensual de Producción y el programa diario de producción, los cuales son enviados a logística, producción, dirección técnica.

Logística abastece de materiales e insumos a producción en función al plan de producción. El área de Producción produce los requerimientos especificados en el programa diario de producción (orden de producción).

La producción es enviada al almacén de productos y posteriormente son entregados al cliente.

- c. Competencia: Actualmente la demanda de envases de plástico se encuentra en una etapa de crecimiento y con ello el aumento de competidores con tiempos de respuestas más cortos y que ofertan productos novedosos en el mercado, Adicionalmente en el sector de envases para alimentos se cuentan con una gran variedad de productos sustitutos como son las envases de papel, bolsas de plástico.
- d. Medio Ambiente: Puesto que la empresa produce envases que serán contenedores de alimentos, las normas y leyes son estrictas con respecto a su inocuidad, para tal efecto la empresa debe cumplir con la norma peruana de alimentos y pasar por auditorías externas e internas solicitadas por el cliente y entidades de certificación, etc.

## **2. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO**

### **2.1. Visión y Misión de la empresa**

Ser los líderes en los segmentos en los que participamos, a través de la calidad, innovación y servicio ofrecidos a nuestros clientes y consumidores, constituyéndonos en sus preferidos para satisfacer sus necesidades y expectativas.

#### **2.1.2. Misión**

Participar activa y responsablemente en el desarrollo y bienestar de nuestra comunidad y colaboradores, ofreciendo a nuestros clientes, productos y servicios con valor agregado, logrando una adecuada retribución para nuestros accionistas.

## 2.2. Política de la Empresa

Es una empresa dedicada al diseño, desarrollo, fabricación, comercialización y servicio postventa de empaques de plástico, aluminio y papel. Consciente que su éxito se determina por la satisfacción de sus clientes y el bienestar de sus colaboradores, integra los principios de calidad, prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales, la conservación de la propiedad y seguridad física, y define los siguientes compromisos:

- Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes.
- Prevenir los daños y el deterioro de la salud.
- Reducir el nivel de riesgos.
- Mejorar el desempeño de la seguridad y salud en el trabajo.
- Brindar un ambiente de trabajo seguro y adecuado.
- Desarrollar el talento de nuestros colaboradores.
- Innovar constantemente.
- Cumplir con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba.
- Mejorar continuamente la eficacia de nuestro sistema integrado de gestión.

## 2.3. Objetivos estratégicos

a. Los objetivos de la empresa para poder cumplir con el compromiso de calidad con los clientes son:

- Disminuir el índice de Quejas y reclamos
- Incrementar el índice de satisfacción del cliente
- Mantener el % de entregas perfectas

b. Los objetivos de la empresa para poder cumplir con el compromiso de calidad con los procesos son:

- Reducir el % de costo de no calidad

c. Los objetivos de la empresa para poder cumplir con el compromiso de calidad con los colaboradores son:

- Incrementar las horas de capacitación por colaborador
- Mantener un adecuado ambiente de trabajo

d. Los objetivos de la empresa para poder cumplir con el compromiso de Seguridad y salud en el trabajo con los colaboradores son:

- Incrementar el número de reportes de incidentes, acto o condición sub-estandar
- Reducir el índice de frecuencia de accidentes incapacitantes
- Reducir el número de casos de enfermedades ocupacionales

## 2.4. Fortalezas y Debilidades

### 2.4.1. Fortalezas internas claves

- F1: Precios moderados.
- F2: Calidad de Servicio al cliente.
- F3: Personal de trabajo altamente calificado.
- F4: Buena infraestructura tecnológica.
- F5: Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad certificado.

## 2.4.2. Debilidades Internas Claves

- D1: Procesos no estandarizados y lentitud en los mismos.
- D2: Falta de motivación o incentivos.
- D3: Mal manejo de recursos.
- D4: Inestabilidad en la adquisición de materias primas.
- D5: Baja eficiencia de producción.

## 2.5. Oportunidades y Amenazas

### 2.5.1. Oportunidades externas claves

- O1: Incremento de la demanda
- O2: Pocos competidores
- O3: Una buena red de contacto con proveedores.
- O4: Posibilidad de desarrollo en nuevos mercados.
- O5: Buena imagen del servicio en los clientes.

### 2.5.2. Amenazas externas claves

- A1: Guerra de precios.
- A2: Situación económica inestable.
- A3: Ingreso de nuevos competidores.
- A4: Nuevas regulaciones.
- A5: Incremento del costo de materia prima.

## 2.6. Matriz FODA

<p style="text-align: center;"><b>MATRIZ DE OPCIONES ESTRATÉGICAS</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPORTUNIDADES</b></p> <p>O1: Incremento de la demanda O2: Pocos competidores O3: Una buena red de contacto con proveedores. O4: Posibilidad de desarrollo en nuevos mercados. O5: Buena imagen del servicio en los clientes.</p>	<p style="text-align: center;"><b>AMENAZAS</b></p> <p>A1: Guerra de precios. A2: Situación económica inestable. A3: Ingreso de nuevos competidores. A4: Nuevas regulaciones. A5: Incremento del costo de materia prima</p>
<p><b>FORTALEZAS</b></p> <p>F1: Precios moderados. F2: Calidad de Servicio al cliente. F3: Personal de trabajo altamente calificado. F4: Buena infraestructura tecnológica. F5: Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad certificado.</p>	<p><b>FO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechar la capacitación del personal y la buena infraestructura para invertir en aumentar la capacidad de planta y satisfacer el incremento de la demanda.</li> <li>• Usar la certificación de calidad como competencia para poder introducir nuestros productos en nuevos mercados.</li> <li>• Utilizar la calidad de servicio al cliente para mantener la buena imagen con el cliente.</li> </ul>	<p><b>FA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechar la buena imagen que tienen nuestros clientes sobre el servicio para enfrentar la aparición de competidores cuya mejor oferta sea el precio.</li> <li>• Aprovechar el personal altamente capacitado para mejorar la eficiencia de producción manteniendo los precios moderados y de esta manera hacer frente a la guerra de precios mediante</li> </ul>
<p><b>DEBILIDADES</b></p> <p>D1: Procesos no estandarizados y lentitud en los mismos. D2: Falta de motivación o incentivos. D3: Mal manejo de recursos. D4: Inestabilidad en la adquisición de materias primas. D5: Baja eficiencia de producción.</p>	<p><b>DO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechar el incremento de la demanda para estandarizar producciones y aumentar la eficiencia del mismo.</li> <li>• Utilizar la buena red de contacto con proveedores para formar alianzas y mejorar la adquisición de materias primas</li> </ul>	<p><b>DA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovecha el ingreso de nuevos competidores mediante el bechmarketing para mejorar el mal manejo de recursos.</li> <li>• Aprovechar la guerra de precios para promover el desarrollo de ideas de que mejoren la eficiencia y que las mismas sean premiadas con incentivos económicos y de reconocimiento.</li> </ul>

Figura N°04. Matriz FODA de la Empresa  
Fuente: Información proporcionada por la empresa

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO**

#### **1. TEORÍA DE RESTRICCIONES**

A continuación se detallara el marco teórico bajo el cual se ha realizado el trabajo, se mencionaran los principales conceptos así como la metodología de la teoría de restricciones para efectos de comprender a cabalidad el trabajo realizado.

Teoría de las Restricciones es una metodología científica que permite enfocar las soluciones a los problemas críticos de las organizaciones (sin importar su tamaño ni giro), para que se acerquen a su meta mediante un proceso de mejora continua.

##### **1.1. Definiciones**

- a. Restricción: es todo aquello que impida el logro de la meta del sistema o empresa.
- b. Cuello de botella (CB): es aquel proceso cuya capacidad es menor o igual a la demanda que hay de él.
- c. Centro de capacidad restringida (CCR): Cualquier recurso el cual, si no es administrado y programado adecuadamente, es probable que origine una desviación en el flujo planeado del material o producto en la planta.

- d. Drum (tambor): es la restricción física de la planta, el resto de la misma debe seguir el ritmo del tambor.
- e. Buffer (amortiguador): resguarda al tambor, asegurando que siempre tenga trabajo. Se mide en unidades de tiempo más que en inventario intermedio.
- f. Rope (cuerda): mecanismo mediante el cual los centros de trabajo subsecuentes jalan el material a través de producción.
- g. Work in process (WIP): artículos sin terminar en un proceso de producción, no están completos aún debido a que pueden estar siendo fabricados o esperando a ser enviados para su estoqueo definitivo.
- h. Kanban: marcador, tarjeta, placa u otro dispositivo, que se utiliza para controlar la secuencia de los trabajos.

## 1.2. Tipos de Restricción

Se define dos tipos de restricciones

### 1.2.1. Restricciones Físicas

Son las generadas por elementos tangibles del sistema, constituyen un eslabón en el proceso, cuyo flujo de resultados es menor al esperado de él. Pueden presentarse por lo menos en tres escenarios: las materias primas, el proceso como tal y el mercado.

**Restricciones de Materias Primas:** Estas restricciones incluyen la escasez o déficit de las materias primas, en términos de corto o largo plazo o en términos de uno o más ingredientes necesarios para la elaboración del producto.



**Restricciones del Proceso:** Las restricciones físicas en el proceso pueden estar dadas por la capacidad de producción de las maquinas, bien sea una o un grupo pequeño de ellas; con lo cual generan cuellos de botella. También pueden encontrarse restricciones por labor insuficiente de una o varias maquinas, que no están produciendo al nivel que es esperado de ellas, en la línea de producción. Cuando se enfrenta a este tipo de restricciones es un síntoma encontrar acumulación de inventarios en proceso.

**Restricciones de Demanda:** Una restricción de demanda es considerada una restricción de output. Los síntomas incluyen una larga cantidad de productos en inventarios finales o una línea de producción trabajando a una fracción de su capacidad completa. Esto significa que se tiene exceso de capacidad frente a la demanda del producto. Al encontrar restricciones de este tipo se tiene un problema de mercado, el cual puede estar dado por:

- Los consumidores pueden no conocer acerca de la calidad del producto.
- Los consumidores conocen el producto pero lo consideran como de baja calidad.
- Se tiene un producto obsoleto, no deseable por los consumidores. La solución a este problema involucra descubrir cual de los tres problemas arriba descritos o la combinación de ellos, es lo que genera la restricción, para poder eliminarla.

### 1.2.2. Restricciones de Políticas y/o Paradigmas

En ellas la limitante del sistema viene dada por el establecimiento de comportamientos empresariales, que basados en “indicadores de productividad” tradicionales, sustentados en la información generada

por la contabilidad de costos; producen resultados negativos. Priva el comportamiento cerrado a modelos de cambio sobre el enfoque de evaluar los resultados de las operaciones localmente y no sistémicamente.

Desde el punto de vista negativo, la más frecuente de las restricciones empresariales, es la de políticas; el ciclo para generarla está dado por los siguientes pasos:

- a. Se origina un problema.
- b. Una política es creada para resolver el Problema
- c. La situación generada conduce a un cambio y se elimina el problema.
- d. La política permanece y al no adaptarse a los cambios genera otra restricción.
- e. El cambio es emocionalmente difícil y en consecuencia la política es mantenida y se "vive alrededor de ella".

Así, la resistencia al cambio retorna a la inercia, en la mayoría de los casos, y a largo plazo, se vuelven a observar los cuellos de botella.

### 1.3. Metodología de solución de problemas

TOC propone el siguiente proceso de 5 pasos, para enfocar los esfuerzos de mejora

#### 1.3.1. Identificar las restricciones.

Este Paso es el más difícil ya que normalmente llamamos "restricción" a los síntomas de no usar correctamente nuestro sistema. En general sentimos que tenemos miles de

restricciones: falta de gente, falta de máquinas, falta de materiales, falta de dinero, falta de espacio, políticas macroeconómicas, ausentismo, exceso de stocks, etc. La Teoría General de los Sistemas sostiene que cualquiera sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad, sin importar cuán complejo o complicado sea.

### 1.3.2. Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones.

Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su Meta (Sea ésta ganar dinero, cuidar la salud de la población, aumentar el nivel cultural de la sociedad, etc.). Es fundamental, entonces, decidir cuidadosamente cómo vamos a utilizarlas, cómo vamos a explotarlas.

Dependiendo de cuáles sean las restricciones del sistema, existen numerosos métodos para obtener de ellas el máximo provecho.

Ejemplos sencillos de cómo explotar una restricción son los siguientes:

La restricción es una máquina: Se le deberían asignar los operarios más hábiles, se debería hacer control de calidad antes de que la misma procese las piezas, se debería evitar las paradas para almorzar (rotando a la gente), se debería evitar que quedara sin trabajar por falta de materiales, se lo debería dotar de un programa óptimo donde cada minuto se aproveche para cumplir los compromisos con los clientes, etc.

La restricción está en el mercado (No hay ventas suficientes): Asegurarse que todos los pedidos se despachan en el plazo comprometido con los clientes.

- No hay excusa ya que la empresa tiene más capacidad de producción que la demanda del mercado.
- La restricción es una materia prima (El abastecimiento es menor que las necesidades de la empresa): Minimizar el scrap y las pérdidas por mala calidad, no fabricar cantidades mayores a las se van a vender en el corto plazo, etc.

### 1.3.3. SUBORDINAR todo lo demás a la decisión anterior.

Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema, según fue definido en el paso anterior.

Como la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el Paso 2, Es esencial, entonces, tener en cuenta las interdependencias que existen si se quiere realizar con éxito la subordinación.

### 1.3.4. ELEVAR las restricciones de la empresa.

Para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones. Éste es el significado de ELEVAR.

Ejemplos de ELEVAR las restricciones del sistema son:

- La compra de una nueva máquina similar a la restricción.
- La contratación de más personas con las habilidades adecuadas
- La incorporación de un nuevo proveedor de los materiales que actualmente son restricción
- La construcción de una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento.

En general nuestra tendencia es realizar este paso sin haber completado los pasos 1.3.2 y 1.3.3, Procediendo de ese modo estamos aumentando la capacidad del sistema sin haber obtenido aún el máximo provecho del mismo según como estaba definido originalmente.

#### 1.3.5. Volver al Paso 1.3.1.

En cuanto se ha elevado una restricción debemos preguntarnos si ésta sigue siendo una restricción. Si se rompe la restricción es porque ahora existen otros recursos con menor capacidad. Debemos, entonces, volver al Paso 1, comenzando nuevamente el proceso.

### 1.4. Proceso de Mejora Continua

TOC ha desarrollado un conjunto de herramientas, denominada "Procesos de Pensamiento", que permiten responder de una manera lógica y sistemática a tres preguntas clave:

¿Qué cambiar?, ¿A qué cambiar?, ¿Cómo provocar el cambio?

#### 1.4.1. Aplicaciones de la teoría de restricciones

TOC ha desarrollado algunas aplicaciones en diversas áreas de la gestión de empresas como:

- a. Finanzas: "Contabilidad de Throughput"
- b. En Operaciones: "Tambor-Amortiguador-Cuerda" que permite focalizar la producción en el recurso escaso.
- c. La Cadena de Abastecimiento: Ha desarrollado un novedoso sistema de medición.
- d. En Proyectos: La "Cadena Critica" que permite reducir sustancialmente el tiempo de ejecución de un proyecto
- e. En marketing: Se ha desarrollado una metodología que ayuda a encontrar la forma de incrementar el valor percibido por el cliente.

Para resumir, se puede decir que TOC constituye una filosofía gestión de mejoramiento continuo. TOC se focaliza en las restricciones del sistema, ya que ellas determinan el resultado de la organización.

TOC ha demostrado que es posible lograr asombrosos resultados en miles de empresas como General Motors, Ford Motor, Texas Instruments, Harris Corporation, Lucent-Bell, etc, que ya han mostrado los éxitos obtenidos utilizando TOC. En el Perú, también hay algunas empresas que ya han demostrado los resultados positivos de esta filosofía.

Para administrar las restricciones se han desarrollado las siguientes metodologías

## 1.5. Para administrar las restricciones físicas

### 1.5.1. Metodología Drum Buffer Rope

Es un proceso iterativo, que podríamos describir simplifícadamente de la siguiente manera:

- a. Programar las entregas de productos a los clientes utilizando las fechas de entrega.
- b. Programar las restricciones de capacidad considerando los programas de entrega y las ropes de despacho.
- c. Optimizar los programas de las restricciones de capacidad.
- d. Programar el lanzamiento de las materias primas y componentes teniendo en cuenta los programas de las restricciones y las ropes internas y de ensamblaje.

Los detalles del proceso de programación de la producción dependen de cada caso en particular y deben ser tenidos en cuenta en caso de una implementación manual. En caso de una implementación apoyada por un software comercial basado en TOC, éste ya contempla la gran mayoría de las peculiaridades de cada sistema productivo.

Cabe destacar que no se programa toda la planta, sino sólo los puntos críticos mínimos que asegurarán el control del sistema. Esta forma de proceder tiene varias ventajas, entre ellas:

- Se reduce significativamente el tiempo de programación de las operaciones sin perder el control.
- Se minimiza la probabilidad de reprogramaciones porque se minimiza la transmisión de las fluctuaciones aleatorias.

#### 1.5.1.1. Bases del Modelo DBR

En todas las plantas hay algunos recursos con capacidad restringida. El método DBR reconoce que dicha restricción dictará la velocidad de producción de toda la planta. El principal recurso con restricción de capacidad será tratado como “el tambor” que es el que marcará la velocidad de producción de toda la planta. También se necesitará establecer un amortiguador de inventario frente al factor limitativo. Este amortiguador protegerá el throughput de la planta de cualquier perturbación que se produzca en los factores no cuellos de botella. Y finalmente, para asegurarse que el inventario no crezca más allá del nivel dictado por el amortiguador, deberá limitarse la velocidad a la cual se liberan materiales a la planta. Debe amarrarse “una cuerda” desde el cuello de botella a la primera operación; en otras palabras la velocidad a la cual se liberaran materiales a la planta será gobernada por la velocidad a la cual está produciendo el cuello de botella.

#### 1.5.1.2. Etapas del Modelo DBR

Supuesto: una parte del producto pasa por varias máquinas y solo una es cuello de botella. Y esta parte se ensambla con otra que se adquiere directamente a un tercero formando el producto final.

- a. El primer paso será programar la producción del recurso cuello de botella (C.B.) tomando en cuenta su capacidad limitada y la demanda de mercado que está tratando de atender
- b. El segundo paso será programar la producción de los restantes recursos que no son C.B.



- c. Programar las operaciones subsiguientes al C.B. es una tarea sencilla. Una vez que una parte se termina en un C.B. se programa la operación siguiente. Cada operación subsiguiente incluyendo la del ensamble, simplemente se inicia cuando termina la operación anterior.
- d. Lo complicado es programar las operaciones precedentes y proteger al C.B. de las perturbaciones que se puedan producir en los recursos anteriores.
- e. Sobre el supuesto de que la mayoría de las perturbaciones posibles no superan los dos días de trabajo, una protección de tres días en el amortiguador de tiempo será más que suficiente para proteger el throughput del cuello de botella.
- f. El paso siguiente es programar, remontándonos hacia atrás en el tiempo, partiendo del cuello de botella. Se programará la operación inmediatamente precedente al C.B. de manera que termine las partes necesarias tres días antes de que estén programadas para ser utilizadas en el C.B.
- g. Cada una de las operaciones precedentes se programará en retrospectiva de manera semejante para que todas las partes estén disponibles justo a tiempo para la siguiente operación.
- h. De esta manera, se puede generar un programa y un amortiguador de tiempo que satisfaga todos los requerimientos del esquema. Cualquier perturbación en las operaciones precedentes, que pueda superarse dentro del amortiguador de tiempo, no afecta el throughput de la planta.

- i. Resta definir como se compran (cantidad y periodicidad ) la otra parte del producto que forma parte del producto final a través del ensamble.
- j. Lo importante es generar también un stock amortiguador de esta parte frente a la operación de ensamble que requieran de una parte del C.B. para conformar el producto final. El propósito de este amortiguador será proteger el programa de ensamble contra las perturbaciones que puedan ocurrir en abastecimientos de las partes que no pasan por el C.B.

Si bien es cierto y se acepta que esta parte del desarrollo es la más rescatable de todo el aporte de E. Goldratt, nos preguntamos si la aplicación de un esquema Just-in -Time, en su concepción moderna y actualizada, no responde plenamente a este modelo de programación que propone E. Goldratt. Pero para él no es así, e incluso marca enfáticamente su diferencia con JIT por la existencia de los stocks amortiguadores; esto demuestra claramente su falta de conocimiento del tema, al participar del error generalizado de que Just-in-Time es sinónimo de stock cero.

#### 1.5.1.3. Establecer el "DRUM BEAT

La primera actividad sería la identificación de las CCR's. La determinación del MPS de la planta, de acuerdo al ritmo de producción establecido por las CCR's, se realiza de la manera siguiente.

Primero se define el programa para procesar los pedidos en las CCR's utilizando su capacidad al máximo. Este consistiría en definir la secuencia de producción, el tamaño del lote de producción, y el de transferencia.

Si la CCR no requiere de set-ups la secuencia de producción debe estar en función de la fecha de entrega. El tamaño del lote de producción debe ser igual al tamaño del pedido. La única variable a definir es el tamaño del lote de transferencia. Lotes pequeños de transferencia originan un flujo de material mejor, con niveles de inventario menores, pero mayor manejo.

Si la CCR requiere de set-ups, es necesario determinar los tamaños de lote de producción. Tiempos largos de set-up originan lotes grandes de producción, los cuáles impactarían fuertemente los tiempos de entrega al cliente y los niveles de inventario. La definición del tamaño de lote se relaciona con la secuencia de producción, en caso de buscar productos iguales para incrementar los lotes a procesar.

El resto del programa (para los recursos no CCR) se desarrolla en función del anterior.

#### 1.5.1.3.1. Determinar el "Rope"

La función del Rope es la de comunicar efectivamente a través de la planta, las acciones requeridas para soportar el MPS.

El desarrollo del Rope debe considerar solamente información detallada relevante que se transmita a puntos específicos y críticos del sistema productivo, denominados schedule release points. Además de los CCR's, éstos son:

**Material Release Points:** Requiere conocer a detalle qué materiales se procesarán, en qué cantidad y cuándo. El control

del flujo del material en el sistema se lleva a cabo en gran medida al momento de hacerlos disponibles.

**Puntos de Divergencia:** En estos puntos normalmente el material se transforma en productos diferentes. Por lo tanto, puede darse la sobre-activación de recursos y la asignación deficiente del material, en caso de no tenerse conocimiento a detalle qué y cuánto producir, y en qué secuencia.

**Puntos de Convergencia:** En estos puntos convergen muchos materiales y/o partes que se ensamblan en varios productos finales. La ausencia de algún material o parte puede originar sobre-utilización de recursos o “stealing” de materiales.

#### 1.5.1.4. La regla del correccaminos

Instruir a todos los recursos para que funcionen según la regla del CORRECAMINOS, esto es:

- Si un recurso no tiene nada que hacer, que no haga nada.
- Si tiene algo que hacer, que lo haga tan rápido como le sea posible.
- Si tiene más de una cosa que hacer, que haga siguiendo el orden de llegada, salvo que el mecanismo de control de las operaciones (BUFFER MANAGEMENT) indique otra cosa.

#### 1.5.1.5. Fenómeno del cuello de botella

Siguiendo con el análisis de E. Goldratt, veamos cuál es el camino propuesto por él, que deriva en lo que a nuestro juicio es la parte más rescatable de todo el desarrollo: El Programa de Optimización

de la Producción. E. Goldratt. distingue dos tipos de recursos productivos:

- RECURSO CUELLO DE BOTELLA: es aquel cuya capacidad es menor o igual a la demanda que hay de él.
- RECURSO NO CUELLO DE BOTELLA: es aquel cuya capacidad es mayor que la demanda que hay de él.

Los cuellos de botella no son ni negativos ni positivos, son una realidad y hay que utilizarlos para manejar el flujo del sistema productivo. Según E. Goldratt, y en esto coincidimos, lo que determina la capacidad de la planta es la capacidad del recurso cuello de botella. La clave está en equilibrar esa capacidad con la demanda del mercado, y a partir de ahí balancear el flujo de producción de todos los recursos productivos al ritmo del factor productivo cuello de botella. La clave consiste en aprovechar al máximo los cuellos de botella; una hora perdida en este tipo de recursos es una hora perdida en todo el sistema productivo. Los cuellos de botella deben trabajar prioritariamente en productos que impliquen un aumento inmediato del throughput (en esto no coincidimos) y no en productos que antes de convertirse en throughput serán inventarios. Pero ocuparse de los cuellos de botella no implica descuidar aquellos que no lo son, porque dejarlos fabricar libremente aumenta los inventarios y los gastos de operación innecesariamente.

La clave de TOC es que la operación de cualquier sistema complejo consiste en realidad en una gran cadena de recursos interdependientes (máquinas, centros de trabajo, instalaciones) pero solo unos pocos de ellos, los cuellos botella (llamados restricciones) condicionan la salida de toda la producción. Reconocer esta interdependencia y el papel clave de los cuellos de botella es el

primer paso que las compañías que implementan TOC tienen que dar para crear soluciones simples y comprensibles para sus complejos problemas.

En el lenguaje de TOC, los cuellos de botella (restricciones) que determinan la salida de la producción son llamados Drums (tambores), ya que ellos determinan la capacidad de producción (como el ritmo de un tambor en un desfile). De esta analogía proviene el método llamado Drum-Buffer-Rope (Tambor - Inventario de Protección - Soga) que es la forma de aplicación de la Teoría de las Restricciones a las empresas industriales.

Tambor - Inventario de protección - Soga (DBR) Al no balancearse las capacidades de un sistema operativo, algunos recursos tendrán mayor capacidad que otros.

Un Recurso Cuello de Botella es aquél cuya capacidad es igual o menor a la demanda solicitada.

Principio de Manufactura Sincronizada No. 2: El valor marginal del tiempo en un recurso cuello de botella es igual al Throughput que se dejaría de procesar.

Principio de Manufactura Sincronizada No. 3: El valor marginal del tiempo en un recurso que no es cuello de botella es insignificante. Por lo tanto, el enfoque de maximizar la utilización y los programas de mejora deben orientarse hacia los recursos cuello de botella. Utilizar al máximo e invertir en recursos no cuello de botella incrementan inventarios y gastos operativos sin aumentar el Throughput.

Principio de Manufactura Sincronizada No. 4: El nivel de utilización de un Recurso No Cuello de Botella es controlado por otras restricciones del sistema. El sistema de evaluación del desempeño debe tomar en cuenta esta realidad.

Principio de Manufactura Sincronizada No. 5: Los recursos deben utilizarse, no solamente activarse. Activar un recurso se refiere a emplearlo para procesar materiales o productos. Utilizar un recurso significa que éste contribuye favorablemente a generar más meta (T).

- El desempeño de la etapa de ensamble depende del ritmo establecido por RB.
- En caso de sobre-activar RNB, el resultado sería la acumulación de inventario en proceso antes del ensamble.
- Por lo tanto, el desempeño del RNB depende del de RB.
- Concluimos que T y cómo operar RNB dependen de RB.

## **CAPITULO III**

### **PROCESO DE TOMA DE DECISIONES**

#### **1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

##### **1.1. Descripción de situación problemática**

Actualmente la industria de los envases de plásticos viene creciendo de manera significativa, la demanda del mercado está en constante aumento y la empresa se encuentra posicionada en gran parte del mercado peruano, sin embargo se vió en la necesidad de aumentar su capacidad de producción para no desatender a sus clientes. Actualmente el número de máquinas prácticamente se han duplicado lo mismo que la mano de obra, consumo de materiales, etc. Sin embargo el planeamiento de los recursos no ha crecido en la misma magnitud, lo que ha generado problemas como:

- El nivel de stock de productos en proceso y productos terminados presenta una variación por encima del las 200 toneladas. El mes de Septiembre se llevo a un nivel crítico de 314 toneladas como se muestra en la Figura N°05, lo cual generó problemas de espacio, dificultó la toma de inventario y generó constantes errores en sus reportes.



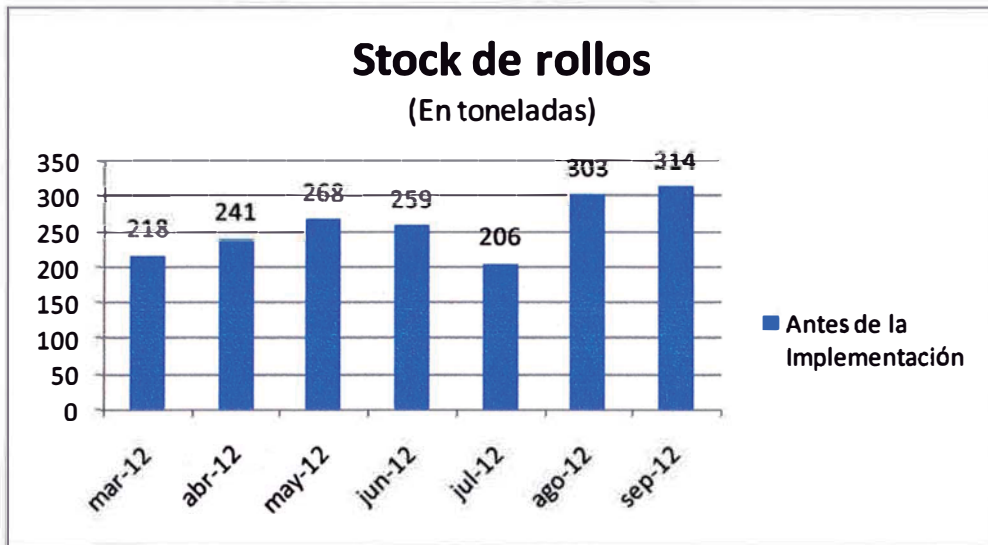


Figura N°05 Historial del Stock de Rollos

Fuente: Elaboración propia

- Baja eficiencia de producción la cual se muestra en la Figura N°06, debido a los constantes cambios de insertos y de moldes, tirajes de producción cortos, problemas con el molde, falta de especialización de operarios por máquinas.

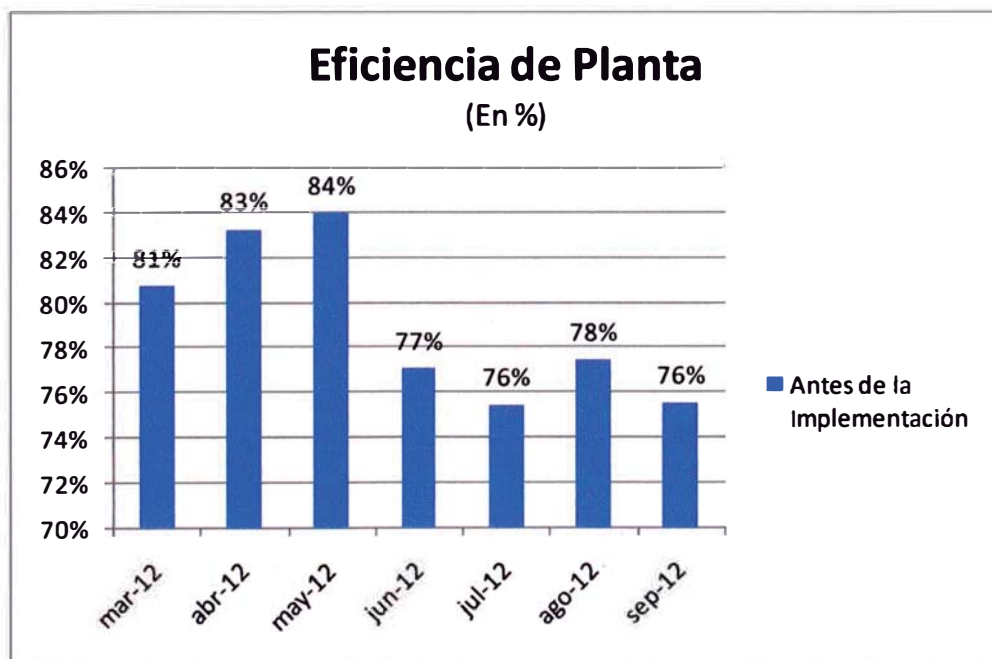
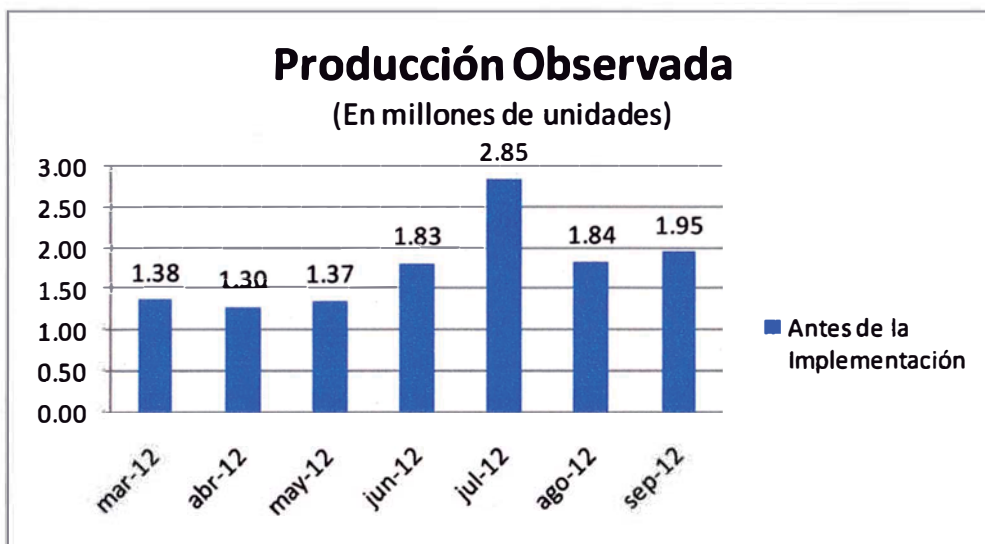


Figura N°06 Historial de la Eficiencia de Planta

Fuente: Elaboración propia

- Incumplimiento de requerimientos comerciales.
- Aumento del costo de sobre-tiempo.
- Criticidad de productos no conformes, en la Figura N°07 se muestra como se mantiene un nivel de 1000mill de productos observados en promedio para el área de impresión, 700mill en el área de Termoformado Rígido I, y 1000mill en el área de termoformado rígido II, todo ello debido a que se observaron grandes lotes por falta de capacitación de operarios para identificar la no conformidad en el momento en que se produce.



**Figura N°07 Historial de Productos Observados**

Fuente: Elaboración propia

- Almacén de semi-procesados con sobre ocupación.
- Tiempo de respuesta mayor a 3 días en promedio para generar el plan de producción, frente a una modificación del requerimiento comercial.
- Incremento del stock de remolidos (producto reprocesados) y falta control. Como se muestra en la figura N°08.

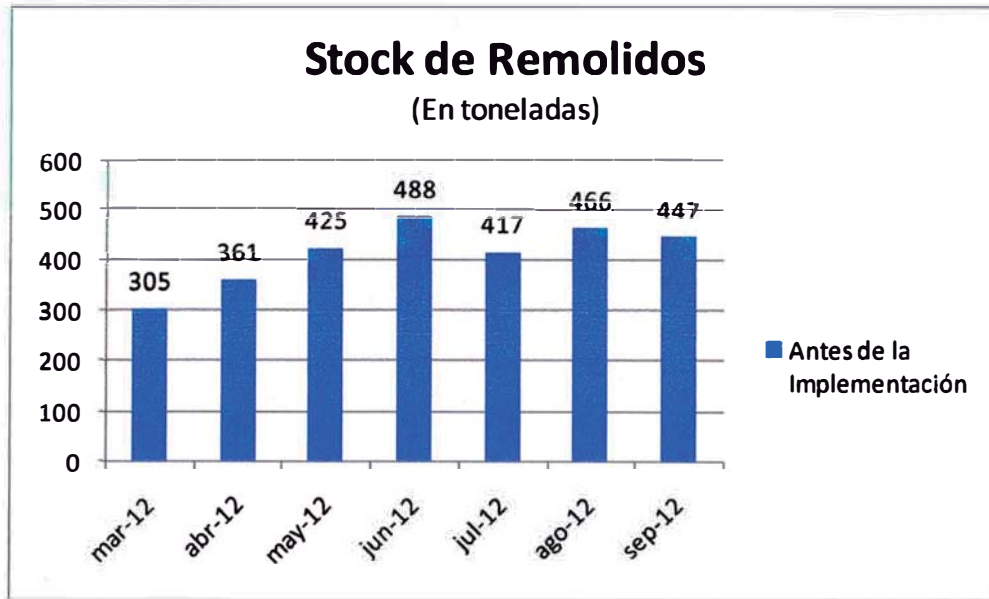


Figura N°08 Historial del Stock de Remolidos

Fuente: Elaboración propia

- Incremento del stock de productos inmovilizados.

## 1.2. Formulación del problema

Como mejorar el proceso de planeamiento de la producción en una empresa de envases de plástico de tal manera que permita gestionar eficientemente el aumento de la capacidad de producción.

## 2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

### 2.1. Alternativa 01: Mejora del proceso de planeamiento de la Producción en la Planta de Plásticos Pamolsa.

Para lo cual se haría uso de la metodología de teoría de restricciones, mediante la cual se identificarían las principales restricciones del sistema, el cuello de botella que limita el proceso, una vez terminada esta etapa se plantearían estrategias para optimizar el trabajo frente a las restricciones determinadas y se tomarían decisiones en el marco de las estrategias establecidas,

seguidamente se analizarían las decisiones para levantar restricciones e identificar nuevas.

2.2. **Alternativa 02: Implementación de un Overhaul en el Proceso de Producción en la Planta de Plásticos Pamolsa.**

Para lo cual se realizaría un mantenimiento mayor planificado y programado que implicaría interrumpir completamente el funcionamiento de un equipo, sistema o instalaciones de un proceso productivo contemplando los aspectos de tiempo, costo, confiabilidad de los trabajos y posibles penalizaciones por no cumplir con la fecha fijada para la terminación.

### 3. SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCION

Para efecto de evaluar una alternativa de solución se realizaron reuniones entre el Gerente de Operaciones, el jefe de planeamiento y control de la producción, el jefe de Producción y el Ingeniero de Planeamiento, estableciéndose los siguientes criterios de decisión:

#### 3.1. Criterios de Decisión

Los criterios de decisión se determinaron en función al impacto que se necesita para afrontar la problemática los cuales son:

Cuadro 01. Criterios de Decisión

Nro	Criterio de Decisión
1	Menor Costo
2	Aumento de la eficiencia
3	Cumplimiento de Fechas
4	Reducción de stocks
5	Rapidez en el desarrollo
6	Entrenamiento del Personal involucrado
7	Capacidad de Respuesta a un Requerimiento

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Asignación de Pesos de los criterios de decisión

Para la asignación de pesos se tomo como base la calificación del criterio más importante:

Cuadro 02. Pesos de Criterios de Decisión

Nro	Criterio de Decisión	Peso (%)
1	Menor Costo	0.06
2	Aumento de la eficiencia	0.14
3	Cumplimiento de Fechas	0.20
4	Reducción de stocks	0.11
5	Rapidez en el desarrollo	0.20
6	Entrenamiento del Personal involucrado	0.11
7	Capacidad de Respuesta a un Requerimiento	0.17
		1.00

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Valoración de alternativas

Se estableció la siguiente escala de puntuación:

Cuadro 03. Puntaje de los criterios según escala de calificación

Calificación	Valor Puntaje
Muy Buena	10
Buena	8
Regular	6
Malo	4
Muy Malo	2

Fuente: Elaboración propia

Se evaluó las alternativas en la siguiente matriz:

Cuadro 04. Análisis de Alternativas

Nro	Criterios de selección	%	Alternativa 1		Alternativa 2	
			Mejora del Proceso de Planeamiento de la Producción en la Planta de Plásticos Pamolsa		Implementación de un Overhaul en el Proceso de Producción en la Planta de Plásticos Pamolsa	
			Peso	Puntaje	Peso	Puntaje
1	Menor Costo	0.06	10	0.57	6	0.34
2	Aumento de la eficiencia	0.14	6	0.86	8	1.14
3	Cumplimiento de fechas	0.20	6	1.20	8	1.60
4	Reducción de stocks	0.11	8	0.91	4	0.46
5	Rapidez en el desarrollo	0.20	8	1.60	6	1.20
6	Entrenamiento del Personal involucrado	0.11	8	0.91	6	0.69
7	Capacidad de Respuesta a un Requerimiento	0.17	6	1.03	8	1.37
		1.00		7.09		6.80

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Selección de alternativa

Luego de realizar el análisis de cada alternativa, se seleccionó la alternativa de mayor puntaje según el cuadro 05.

Cuadro 05. Puntaje de cada alternativa

Alternativa 1	Alternativa 2
Mejora del Proceso de Planeamiento de la Producción en la Planta de Plásticos Pamolsa	Implementación de un Overhaul en el Proceso de Producción en la Planta de Plásticos Pamolsa
7.09	6.80

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se eligió la alternativa 1 por ser la que obtuvo mayor puntaje.

#### **4. PLANES DE ACCION PARA DESARROLLAR LA SOLUCION PLANTEADA**

Para mejorar el proceso de planeamiento de la producción hacemos uso de la teoría de restricción, para lo cual identificamos las restricciones del sistema.

##### **4.1. Identificación de las Restricciones del Sistema:**

##### **4.1.1. Restricciones en la Programación de Extrusión:**

Para poder identificar las restricciones del Proceso de Extrusión se realizaron reuniones semanales con el facilitador del área de extrusión, el ingeniero de Planeamiento y el ingeniero del producto, entre la principales restricciones que presentaba el proceso de extrusión se identificaron las siguientes:

- Para encender y poner en marcha una extrusora demora en promedio de 3 a 4 horas, debido a que se debe purgar los residuos de operaciones anteriores y regular la máquina conforme a lo que solicite el programa diario de producción.
- Cambiar de una referencia a otra tarda entre ½ a 1 hora, debido a que se trabaja con distintos materiales colores y especificaciones técnicas.
- Cada extrusora sólo puede producir un grupo de láminas con características específicas (ancho, calibre, material, color).
- Para reducir los tiempos de cambios entre referencias se deben programar la secuencia de láminas agrupando según el siguiente orden: material, color, ancho y calibre.

- El programa de extrusión debe abastecer al programa de termoformado de tal manera que reduzca al mínimo el tiempo de parada por falta de lámina, estas paradas son generadoras de capacidad ociosa.
- La formulación de las láminas a extruir deben obedecer a la receta detallada en la información técnica, la cual detalla máximos y mínimos porcentajes de consumos de componentes.
- Se debe programar el tipo de material a extruir en función al tornillo de la extrusora, puesto que cada uno está fabricado de tal manera que pueda trabajar con material PP, PS, PET o en algunos casos una mixtura de estos.
- Días no programables para producción, pueden ser por mantenimiento preventivo, para el desarrollo de pruebas o por el mantenimiento de algún sistema externo que lo afecte o por política de la empresa, estas restricciones normalmente son planeadas con mínimo 1 mes de anticipación y se deben contemplar cuando se realiza la planificación mensual de producción.
- La formulación de las láminas programadas para extruir deben minimizar el stock actual de remolidos, para lo cual es necesario conocer el stock actual y poder proyectar claramente el consumo y generación de remolidos diario de tal manera que se logre tener un control en el tiempo.
- La capacidad de planta de las extrusoras estimadas para 30.5 días y descontando los días no programables debe ser mayor o igual a la que se planifica para abastecer los requerimientos comerciales, de lo contrario se generaría un incumplimiento a los requerimientos comerciales.
- Entre las restricciones de ancho y tipo de material por extrusora que se pudieron identificar tenemos



Cuadro 06. Velocidades de extrusión

Descripción	Ancho max	VELOCIDAD ESTÁNDAR (Kg/Hr)		
		PP	PS	PET
EXT. WELEX # 01	1500	700	800	-
EXT. WELEX # 02	2000	1050	-	-
EXT. UNION	1500	560	700	500
EXT. MAI VIRGINIO	1500	340	470	-
JIANGZU S1-120/33 #1	1000	180	-	-
HONGHUA HSJP-100 #1	660	130	-	-
B 105/30D #1( ALEMANA )	700	120	-	-

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. Restricciones en la Programación de Termo formado:

En reuniones semanales con los facilitadores de termoformado B, termoformado C, ingeniero de planeamiento e ingeniero del producto se determinaron las siguientes restricciones

- Los cambios de moldes y los cambios de insertos, en función a la data histórica de la empresa y su capacidad actual, tarda en promedio lo indicado en el cuadro siguiente.

Cuadro 07. Tiempos de Cambio de Molde y de Insertos

AREA	Grupo de Máquinas	Cambio de Molde (Hr)	Cambio de Insertos (Hr)
TERMOFORAMDO B	63/10	4	1
TERMOFORMADO C	GN1406	2	0.5
	RD53	3	1
	RDK80-72	4	1
	75K	10	1
	GN3021	3	1

Fuente: Elaboración propia

- Al programar un producto este tiene de 1 a 4 rutas para poder ser termoformado, las cuales se detallan en el maestro de dirección técnica, estas se encuentran jerarquizadas en función al costo de operación, el proceso más eficiente y eficaz.
- El lote mínimo de producción es una restricción para aceptar los pedidos de termoformado de tal manera que una termoformadora sólo puede producir un pedido si el tiempo de trabajo necesario para producir el requerimiento es suficiente para llegar a su eficiencia meta, considerando la velocidad estándar de trabajo definida en el maestro de dirección técnica.
- La explosión de materiales que se genera del programa de termoformado debe ser satisfecho por el stock actual y las fechas de llegada de los materiales cuando estos se requieran.
- Durante el proceso de programación de los lotes de producción se observan o retienen productos por el área de calidad, esto restringe el cumplimiento de los requerimientos comerciales, y genera que se repita el proceso ocasionando mayores costos por tal motivo durante el cumplimiento del programa diario se debe considerarse la liberación o reposición de estos productos observados.
- La capacidad de planta de las termoformadoras estimadas por 30.5 días y descontando los días no programables debe ser mayor o igual a la capacidad necesaria planificada para abastecer los requerimientos comerciales.
- El programa diario de termoformado está restringido por la disponibilidad de empaques, lo cual es evaluado con el stock disponible y las fechas de llegada detalladas por el área logística.

- El número de personal disponible restringirá la capacidad de producción del área de termoformado en el día a día, estos pueden afectar en mayor o menor medida dependiendo de las funciones que estos realicen (operarios, ayudantes, facilitadores, ingenieros, etc)
- Restricción de estatus de productos termoformados terminados, es decir sólo los productos completamente desarrollados y aprobados por el cliente, que tenga su ficha de proceso y ficha de producto terminado, sólo en esos casos se puede programar sus requerimientos.
- La programación de termoformado debe obedecer al programa de impresión, programación de rebordeado, programación de etiquetado, fechas de entrega a comercial (para el caso de productos terminados), de tal manera que se encuentren en las cantidades y fechas requeridas.
- Días no programables para producción, pueden ser por mantenimiento preventivo, para el desarrollo de pruebas o por el mantenimiento de algún sistema externo que lo afecte o por política de la empresa, estas restricciones normalmente son planeadas con mínimo 1 mes de anticipación y se deben contemplar cuando se realiza la planificación mensual de producción.
- Restricción de quiebres de productos make to stock, lo que implica mantener un stock mínimo de productos para efectos de mantener abastecida la demanda del mercado. El stock está definido en función a la necesidad comercial, es decir la cantidad mínima que requieren para un periodo de tiempo dado y también en función a la capacidad de respuesta de la planta de producción lo que depende de los días de stock por producto y máquina definidos entre el área comercial y el ingeniero de planeamiento.

- Restricción de kits de producción, es decir existen productos que son empaquetados de a 2 como son el caso de bases y domos, envases y tapas, etc. Estos productos deben ser programados en función a la secuencia establecida en el maestro de dirección técnica, para efectos de mantener un correcto apilado en el empaque secundario, y mantener la forma de trabajo estandarizada para empaquetar este tipo de productos.
- La programación del proceso de termoformado para los productos que tienen un proceso adicional se ve restringido a realizarse en lotes para el caso de nuevos pedidos, debido a las posibles reducciones de requerimientos o problemas durante las primeras producciones si es el caso.
- Restricciones de seguridad de termoformadoras, es decir sólo se pueden programar máquinas que cumplan con las exigencias que indica el área de seguridad es decir las máquinas tengan guardas, sistema de emergencias funcional, etc. Lo cual esta detallado en su cartilla de seguridad.
- El proceso de programación de productos en proceso está restringido por la capacidad del almacén de productos en proceso.

#### 4.1.3. Restricciones en la Programación de Impresión:

- El tipo de sistema de impresión que se prepare y los cambios de referencia que se programan tardan en regular conforme al cuadro siguiente y varían en función al cuadro que se detalla.

Cuadro 08. Tiempos de Cambio de Sistema y de Referencia

<b>Grupo de Máquinas</b>	<b>Cambio de Sistema</b>	<b>Cambio de referencia</b>
VD 560	4	2
VD 460	5	1.5
KASE	3	1.5

Fuente: Elaboración propia

- Las impresiones que se programan están restringidas por el número de colores máximos que se pueden hacer por impresora a continuación se detalla para el caso de la empresa:

Cuadro 09. Máxima capacidad de colores por Impresora

<b>Grupo de Máquinas</b>	<b>N° de colores max</b>
VD 560	6
VD 460	6
KASE	5

Fuente: Elaboración propia

- Días no programables para producción, pueden ser por mantenimiento preventivo, para el desarrollo de pruebas o por el mantenimiento de algún sistema externo que lo afecte o por política de la empresa, estas restricciones normalmente son planeadas con mínimo 1 mes de anticipación y se deben contemplar cuando se realiza la planificación mensual de producción.
- El lote mínimo de producción es una restricción para aceptar los pedidos de impresión de tal manera que una impresora sólo puede imprimir un pedido si el tiempo de trabajo necesario para imprimir el requerimiento es suficiente para llegar a su eficiencia meta, considerando la velocidad

estándar de trabajo definida en el maestro de dirección técnica.

- Restricción de fechas para productos make to order, para lo cual el programa de impresión debe ser planificado de tal manera que la fecha de producción abastezca la fechas en que es requerido el producto impreso por el área comercial. Como los clientes son variados y la capacidad de respuesta en algunos casos no abastece para atender el total de lo requerido, se programa en función a prioridades establecidas por el área comercial las cual están en función al tipo de cliente y a la urgencia del pedido.
- Restricción de estatus de productos impresos, es decir sólo los productos completamente desarrollados o que el área de dirección técnica indique que su estatus de desarrollo se encuentre por culminar en un plazo determinado, sólo en esos casos se puede programar su requerimiento.
- La capacidad de planta de las impresoras estimadas por 30.5 días y descontando los días no programables debe ser mayor o igual a la capacidad necesaria planificada para abastecer los requerimientos comerciales.
- Restricciones de seguridad de impresoras, es decir sólo se pueden programar máquinas que cumplan con las exigencias que indica el área de seguridad es decir las máquinas tengan guardas, sistema de emergencias funcional, etc. Lo cual esta detallado en su cartilla de seguridad.
- Se identificó la restricción de que los productos que requieran de aprobación por parte del área comercial o del cliente, su lanzamiento debe ser programado en el 1er turno para efecto de que pueda asistir el cliente o representantes del área comercial.

#### 4.1.4. Restricciones del Mercado

- Fechas de entrega para productos make to order, en el caso de los clientes como supermercados, exportaciones requieren lotes de productos para fechas específicas
- Stocks de productos Make to Stock, en el caso de clientes masivos a los cuales se le ofrece producción en función al stock actual del que se dispone.
- Para algunos clientes se debe seguir métodos de trazabilidad específica.
- Programación de producción para visitas en caso se requiera analizar el proceso productivo por parte del cliente o del proveedor.
- Lead time de proveedores de materia prima y materiales.
- Tiempo de respuesta de proveedores frente a devoluciones, lo cual es informado por el área de logística.
- Restricción de ingresos a nuevos mercados, exigen certificaciones isos, oshas entre otras, para tal efecto se debe programar de tal manera que se permitan realizar las operaciones conforme a los procedimientos establecidos.
- Restricción del mercado laboral, actualmente la empresa mantiene un índice de rotación alto, la mano de obra no es estable el 83% de los colaboradores nuevos no pasan los 3 meses de permanencia en la empresa, por lo cual durante la programación se debe asignar operarios de mayor experiencia y más especializados a los pedidos con mayor prioridad.

#### 4.1.5. Matriz de Evaluación de restricciones

Cuadro 10. Matriz de Evaluación de Restricciones

Parámetros	Extrusión	Termoformado	Impresión	Mercado
Ingresos Netos	Al programar una parada, la demora en el inicio de producción impacta en 3 a 6 veces el tiempo sobre el proceso siguiente, lo cual podría afectar a las ventas de varios productos del mes. (puntaje 3)	La programación de cambios de moldes e insertos en periodos de tiempos menores a 2 y 1 día, generan demoras por ajustes y regulaciones del proceso, originando que no se entreguen en las fechas previstas. (puntaje 2)	El alto número de productos, los pedidos menores a 50 mill y la variabilidad de las fechas, restringe el aumento del ingreso. (puntaje 2)	La alta variabilidad de la demanda, genera inventarios y costos de mantenimiento del producto. (puntaje 2)
Gastos de Operación	Generan moderados gastos de operación, puesto que aunque se requiere mano de obra especializada, la cantidad de personal no es considerable. (puntaje 2)	Se generan altos gastos de operaciones porque es el proceso que mas numero de máquinas, equipos y personal tiene. (puntaje 3)	Las regulaciones y reprocesos generan gastos de mano de obra, pérdida de tiempo y usos de otros recursos. (puntaje 2)	No se consideran gastos de operación. (puntaje 1)
Inventarios	Se generan inventarios, pero son temporales ya que son mínimas las cantidades de láminas para ventas, en su mayoría son para termoformar en la misma empresa. (puntaje 1)	Se generan altos niveles de inventarios, esto sucede tanto para artículos en proceso como terminados. (puntaje 3)	El tiempo que se pierde en reprocesar productos, acumula materiales originándose inventarios. (puntaje 2)	Se generan inventarios en la zona de retenidos por devoluciones. (puntaje 2)
Total	6	8	6	5
Ponderación:	Alto:3 Medio:2 Bajo:1			

Fuente: Información proporcionada por la empresa



De acuerdo a la matriz se obtiene como restricción es la operación de Termoformado, la cual se define como cuello de botella.

#### 4.2. Definir como explotar la Restricción

Identificado el termoformado como cuello de botella, se estableció las siguientes estrategias para explotar la restricción.

Se asignaron moldes específicos a cada máquina en función a la proyección de las ocupaciones mensuales, de esta manera se minimizan los cambios de moldes y se reducen el número de rutas de termoformado, adicionalmente permite la especialización de operarios en combinaciones de moldes-máquina lo cual reduce el tiempo de cambio de molde de 3 a 5 horas.

Para alcanzar el lote mínimo de producción se estableció, previa coordinación con el área comercial, producir el requerimiento del mes y adicional a ello el de los meses posteriores. Así también se agruparon los cambios de insertos durante el trabajo de un molde en planta para lograr extender el lote de producción y llegar al mínimo lote requerido.

Para cubrir la explosión de materiales generado necesarios para abastecer el programa de producción, se estableció con el área de dirección técnica un campo en el maestro de productos, que detalla empaques alternos. En caso de hacerse necesario el uso del empaque alternativo se debe informar al área logística para su reposición. Para efectos de mantener abastecidos los pedidos urgentes se determinó informar a inicios de mes las fechas de necesidades de los empaques y materias primas con un campo de prioridades, establecidas en coordinación con el área comercial.

Para flexibilizar la reposición de productos no conformes, se determinó en función al historial de problemas por moldes y máquinas, repotenciar los equipos que generaron la mayor cantidad de no conformes, los que producen los requerimientos de mayor prioridad. Y programar sus producciones en el primer turno para efectos de tener un tiempo de respuesta mayor (disponibilidad de proveedores, presencia de técnicos e ingenieros más especializados, etc) ante posibles problemas de producción.

Para aprovechar al máximo los días programables se estableció enviar semanalmente el requerimiento de máquinas al área de producción con el detalle del producto a termoformar y las prioridades, de esta manera se asegura que las máquinas con prioridades cuenten con personal de apoyo en caso de faltos de personal, necesidades de selección de productos observados, mantener constante el proceso en caso de falta de personal.

Para hacer frente a la falta de personal, en función a la data histórica de la empresa se observó que principalmente el personal que presentaba la mayor cantidad de faltas eran los programados en el 3er turno para tal efecto la programación minimiza los cambios de moldes e insertos en ese turno, de esta manera se puede apoyar con personal de otras áreas sin necesidad de que estos sean especialistas en operar las máquinas.

Restricción de estatus de productos termoformados terminados, para efectos de aprovechar esta restricción se decidió en coordinación entre el área de dirección técnica y el área comercial, considerar también como productos programables aquellos productos cuyo estatus de desarrollo se encuentren por finalizar, lo cual es establecido por el área de dirección técnica. Esto permite flexibilizar la aceptación de nuevos requerimientos. Sin embargo por tratarse de primeras producciones se

determina que deberán ser programados en el 1er turno para tener un mejor tiempo de respuesta ante posibles problemas.

Para efectos de que el programa de termoformado abastezca los procesos siguientes, se desarrolló un programa de agrupación de lotes de productos impresos, rebordeados y etiquetados de tal manera que se establezca una fecha máxima en la cual debe estar producido un lote de termoformado el cual abastecerá a los procesos siguientes. El conocimiento de la fecha máxima y el tamaño del lote permite minimizar los cambios de moldes y de insertos, así como lograr un tiraje de termoformado más extenso lo cual conlleva a mayores eficiencias.

Se estableció un programa y control de mantenimiento mensual para hacer coincidir el mantenimiento preventivo de máquinas con los mantenimientos de sistemas externos, esto permitirá reducir el número de días no programables y aprovechar al máximo las paradas.

Las Paradas por pruebas de nuevas láminas, desarrollo de insertos cuando el molde que se necesite, se encuentre trabajando, de esta manera el cambio de molde por pruebas se convierte en cambio de insertos.

Para productos make to stock se estableció programar a inicios de mes los productos que necesiten de procesos adicionales como: etiquetado, rebordeado o impresión, para efectos de que estos realicen procesos con lotes de producción mayores al mínimo establecidos sin incumplir la alta variabilidad de fechas de entrega.

Para efectos de poder cumplir con los productos make to order se evaluó aquellos grupos de productos que presentan una alta demanda y que esta sea constante a largo plazo. Una vez identificados se

planteó la estrategia de darles el trato que se le da a los productos make to stock, adicionándole el factor fecha de entrega. Es decir en función a la capacidad de producción y las ventas diarias promedio se determina el stock de seguridad el cual lidiaría con las fechas solicitadas.

La restricción de los kits de producción, hacen necesario trabajar con número adicional de operarios. Para efectos de reducir las horas extras se estableció programar estos productos en los días que se dispongo de capacidad ociosa como es el caso de mantenimiento de otras máquinas o paradas programadas.

Para levantar las restricciones de seguridad se estableció con el área de ingeniería un plan mensual de inspección de máquinas para su evaluación desde el punto de vista de seguridad, estas inspecciones deben contemplar el total de máquinas operativas en la empresa así como los proyectos de puestas en marcha.

Para efectos de aprovechar al máximo la capacidad del almacén de productos en proceso se determinó programar el termoformado de productos en proceso de mayor volumen en paralelo al subsiguiente proceso (impresión, etiquetado, rebordeado), de esta manera el tiempo que permanecen almacenados al mínimo.

#### 4.3. Subordinar todo a las Decisiones adoptadas en el paso anterior

Para lo cual se estableció programar el termoformado de productos en proceso sin sobrepasar el 85% de la capacidad del almacén, puesto que dificultaría el proceso de abastecimiento de insumos, así mismo se estableció mantener un stock de lámina que mantenga una termoformadora trabajando por 1 día y medio, lo cual permitiría la

continuidad del proceso en caso de sufrir percances por paradas en extrusión.

Se determinó realizar las coordinaciones de aceptación de lotes mínimos de producción a inicios del mes, entre el área comercial y el área de planeamiento, para efectos de que el cliente sea informado con la debida anticipación, los lotes mínimos de producción son remarcados en el programa diario esto debido a que involucra un mayor esfuerzo de trabajo y tiempos más cortos de cambio de molde. Frente a estos lotes ingeniería, alistamiento, almacén realizan preparaciones adelantadas de los subsiguientes productos.

El área de dirección técnica desarrollo rutas alternas de consumos de empaques como plan de contingencia en caso de fallas con el proveedor de empaques. Adicional a ello se estableció un plan de estandarización de empaques para facilitar el abastecimiento del mismo.

Para repotenciar las máquinas se planifico incrementar el stock de aquellos productos que se producen en ellas, este tiempo es igual al que solicita el área de ingeniería para poder realizar el trabajo. Se estableció repotenciar como mínimo una máquina por mes luego de una inspección general donde se determinó el orden de prioridades. Como mínimo una máquina se repotencia por mes, esto en función a la disponibilidad de proveedores y ocupación de trabajo que tienen las máquinas.

El área de producción estableció grupos de trabajado en función al requerimiento de máquinas para especializarse en las producciones de mayor dificultad y grupos de entrenamiento para producciones con menos dificultada, de esta manera se aprovecha mejor la capacidad de

mano de obra se aumenta la eficiencia de producción y la capacitación de los colaboradores.

Frente a las primeras producciones, se determino que el ingeniero de planeamiento debe programarlas en el 1er turno y esta debe realizarse en presencia del personal especializado del área de dirección técnica para asegurar el lanzamiento, el área de producción tiene que asignar al facilitador (personal de mayor experiencia) de tal manera que puedan llegar con la mayor eficiencia a los parámetros de trabajo. El área de calidad agiliza el proceso de evaluación de la calidad de estos productos puesto que necesitan de su aprobación para poder proceder a la producción del lote.

Frente a la falta de personal, el área de recursos humanos redujo la periodicidad de ingresos de 15 personas por mes a 15 personas cada 15 días así mismo estableció políticas de incentivos, tanto monetarios como de desarrollo profesional, para efectos de mejorar la identificación con la empresa y la fidelidad de los colaboradores.

Para efectos de que el proceso de termoformado pueda abastecer los subsiguientes procesos sin interrupción, el área de mantenimiento en coordinación con el área de planeamiento deben asegurar que las fechas de mantenimiento coincidan con las fechas no programables de moldes, insertos y máquinas, esto se verá reflejado en un proceso continuo y más eficiente.

Para poder reducir los días no programables se establecieron reuniones semanales entre las áreas que solicitan estas paradas para efectos de establecer fechas y tiempos de paradas, confirmar las mismas y planificar posibles proyectos que impliquen paradas considerables que afecten a la programación.

El área de dirección técnica debe alinear sus pruebas al programa mensual de termoformado para efectos de reducir los montajes de moldes. El área de planeamiento debe considerar el tiempo de pruebas como una reducción de la capacidad de producción a inicios de mes para efectos que no impacte sobre incumplimientos.

Para poder iniciar el mes produciendo productos semiprocados, se estableció con el área comercial afinar los requerimientos de productos make to stock de los meses próximos, así mismo el área de logística coordinó con sus proveedores para dar prioridad y asegurar el abastecimiento de empaques y materia prima para los productos semiprocados. Adicionalmente PCP genera ocupaciones mensuales por molde con el cual se planifica el aumento de la capacidad para aquellos moldes que superen una ocupación mayor a 1mes

Frente a la estrategia de darle el trato a un grupo de productos make to order como make to stock se tomo la medida de asegurar la coordinación con el cliente sobre cambios de diseño, artes nuevos y las fechas en que estos se requerirán, así mismo planificar los posibles cambios que restrinja o limite la realización del stock de seguridad.

Para identificar la capacidad ociosa el área de operaciones estableció la cantidad de operarios necesarios en función a la máquina, el tipo de producto. Es información contrastada con el programa de producción elaborado por PCP, determinaría la capacidad ociosa por día. Para efectos de que esta información mantenga su veracidad en el tiempo. El área de producción actualizará la información que se envía a PCP, la actualización se realiza mensualmente en función a los EGPs, el historial de trabajo y los proyectos de disminución de mano de obra.

Para efecto de que el plan de inspección de seguridad se entienda como prioridad ante todo, se planeo programas de capacitación a todos

los colaboradores. Así mismo se considero a los colaboradores, que trabajan directamente con las máquinas, como fuentes importantes de información sobre la identificación de riesgos y peligros de tal manera que en reuniones semanales se actualice esta información

Se determina aumentar la periodicidad de inspecciones durante la extrusión de láminas para efectos de minimizar los rollos observados y de esta manera mantener la continuidad del proceso de termoformado.

Con el objetivo de producir los semiprocesados y seguidamente se realicen los consecutivos proceso, se deben programar los mantenimientos antes o durante la producción de semiprocesados, así mismo, logística debe considerar el abastecimiento de estos pronósticos para inicios de mes.

#### 4.4. Elevar la Restricción

En esta etapa se analizó las acciones tomadas para explotar la restricción lográndose disminución de los inventarios de productos en proceso sin que esto implicara el incumplimiento de fechas para productos impresos, etiquetados y rebordeados. Los resultados de la aplicación se detallarán en mayor medida en el capítulo IV.

La asignación de moldes específicos a cada máquina aumento la eficiencia de planta puesto que el personal se especializó en las operaciones de montaje de moldes y cambios de insertos, adicionalmente generó que se disminuirán los cambios de moldes eliminándose así tiempos muertos y reduciendo la cantidad de productos rechazados por arranques de producción.



Coincidir los días no programables permitió que se unificarán los tiempos de parada como mantenimientos preventivos, inspecciones, mantenimientos de instalaciones, etc. Todo esto aumento el número de días programables permitiendo mejorar las fechas ofrecidas a los clientes y aumentar el abastecimiento de los productos make to stock.

El establecimiento de 7 días de stock en promedio (definido para cada producto en función a la capacidad actual de respuesta de la planta de producción vs la demanda del mercado) para los productos make to stock aumento la flexibilidad de la planta frente a pedidos urgentes, principalmente a inicios de mes cuyas fechas de entregas son las más prontas, así mismo permitió que se programarán tirajes de producción mayores a 2 días, el cual se definió como el tiempo mínimo en la planta de plástico para que un proceso llegue a su eficiencia mínima aceptable (este tiempo se define en función a la eficiencia teoría, la eficiencia meta el tiempo de arranque para cada producto).

El requerimiento de personal por máquinas que se envían semanalmente permitió el establecimiento de métodos de rotación de personal más adecuado, disminuyó el abastecimiento de mano de obra especializada en producciones de alta dificultad (primeras producciones, mejoras de producto, pruebas, etc.). La mejora de la rotación incremento el compromiso de los trabajadores con la empresa, disminuyendo el índice de renuncias mensuales.

Reducir la carga de trabajo en el tercer turno (no realizar cambios de moldes, ni cambios de insertos) incrementó el tiempo que tarda la planta de producción en responder frente a un pedido urgente o problema que se presente. Cabe resaltar que el personal se mostró más comprometido en solucionar los problemas entre el primer y segundo turno.

Considerar el status de desarrollo de los productos como un factor adicional para permitir su programación redujo el tiempo de respuesta para el abastecimiento de la demanda del mercado, permitió solicitar con anticipación los requerimientos de materia prima y empaques. Se redujo el tiempo de respuesta sobre las fechas y cantidades ofrecidas y/o solicitadas por el cliente.

La agrupación de lotes y fechas máximas se consiguió disminuir el número de cambios de moldes por mes, reducir la carga de trabajo de las áreas de apoyo, como es el caso del área de mantenimiento que se encargan de preparar los moldes y dejarlos operativos, así mismo disminuyó el sobretiempo invertido en personal especializado para los cambios de molde. Facilito el armado del programa de impresión porque al agrupar los distintos productos por moldes permite que el programa de impresión se logre agrupar por productos que utilizan el mismo sistema de impresión.

Agrupar los días no programables permitió que se realizaran mantenimientos de máquinas y equipos atrasados, que normalmente tenían una ocupación de casi el 100% del mes. Así mismo disminuyeron los problemas mecánicos como fugas de agua, fallas de apilador, etc; de esta manera se consiguió darle mayor continuidad al proceso productivo y por consecuencia el incremento de la eficiencia por máquina.

Programar pruebas cuando la mayor parte de los recursos se encuentran operando, disminuyó el tiempo de prueba, lo mismo que las variables que las afectan, así mismo se redujeron las pérdidas de tiempo por regulación y la materia prima que se rechaza por el arranque. Disminuyó la carga de trabajo tanto para el primer operador como para el personal especializado en pruebas agilizando el proceso de pruebas.

Programar iniciando el mes los productos make to stock semiprocesados permitió reducir el inventario de los mismos, Debido a que conforme se va produciendo el producto en proceso, hasta completar un lote de producción, este se va pasando al siguiente proceso como puede ser etiquetado, rebordeado o impresión, si el último proceso era más lento se volvía factible programarlo paralelamente para reducir los tiempos de entrega al cliente.

La estrategia de considerar un grupo de productos make to order como make to stock redujo los cambios de sistemas en impresión y los cambios de moldes en termoformado que eran consecuencia de los altos y bajos de la demanda de estos productos de la misma manera facilito la planificación de mantenimientos de las maquinas en que estos se programan así como el desarrollo técnico, desarrollo de productos nuevos y productos actuales.

Aprovechar la capacidad ociosa incremento el cumplimiento de requerimiento como es el caso de los kits, que requieren de personal adicional para el armado lo cual sería cubierto por la mano de obra ociosa. Así mismo redujo la cantidad de productos observados, puesto que se aprovecha esta capacidad ociosa para la selección de estos. En fechas de mayor capacidad ociosa se redujo el costo que implica contratar personal externo para la selección de productos observados.

Las inspecciones de máquinas y equipos desde el punto de vista de seguridad disminuyeron las condiciones subestandar, así mismo se observó el aumento de la seguridad que perciben los colaboradores en su lugar de trabajo y de la concientización que demuestra la empresa, se ve reflejada en la mayor concientización de los colaboradores en temas de seguridad, así como también la identificación de peligros mediante los iacse (reportes de accidentes y condiciones subestandar).

- 4.5. Si en los pasos previos se ha roto la restricción se tiene que volver al primer paso

Finalmente se identificaron restricciones que se redujeron en intensidad, como es el caso de los cambios de moldes los cuales disminuyeron de 6 horas a 5 horas, y los mantenimientos externos se hicieron coincidir con los mantenimientos de las máquinas volviéndose una sola restricción.

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS BENEFICIO-COSTO**

Para evaluar la mejora se optó por realizar un análisis Costo-Beneficio mediante el cual analizaremos los diferentes costos y beneficios que involucra la solución, con el objetivo de estimar el impacto financiero.

#### **1. SELECCIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACION**

Se utilizó el método del Valor Actual Neto y la tasa Interna de Retorno.

##### **1.1. Valor Actual Neto (VAN)**

Nos permitirá calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por la inversión.

##### **1.2. Tasa interna de Retorno (TIR)**

Es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de la inversión, lo utilizaremos como indicador de la rentabilidad de la mejora, mediante el cual decidiremos la aceptación o rechazo del proyecto.

### 1.3. Beneficios

La mejora ha generado los siguientes beneficios tangibles e intangibles:

#### 1.3.1. Beneficios Tangibles

##### 1.3.1.1. Reducción del stock de Rollos

Se observa en la figura N°09 como se ha logrado reducir el nivel de stock de rollos a niveles aceptables, esto es resultado de que actualmente el 97% de la lámina que se extruye se utiliza dentro del mes, así como se minimizaron los stocks de lámina por pedidos cancelados.

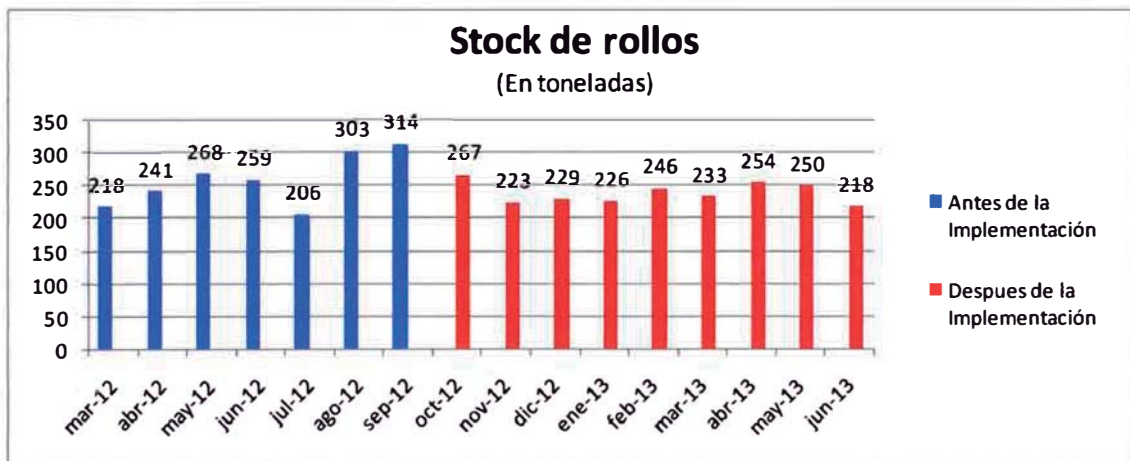


Figura N°09 Historial del Stock de Remolidos

Fuente: Información proporcionada por la empresa

##### 1.3.1.2. Incremento de la Eficiencia de Planta

Se observa en la figura N°10 como se ha logrado incrementar la eficiencia de la planta de rígido, esto es reflejo de que se redujeron en un 83% el número de cambios de moldes, y actualmente se

trabaja con un grupo especializado para los montajes de moldes el cual se ha reducido de 5 horas a 4 horas.

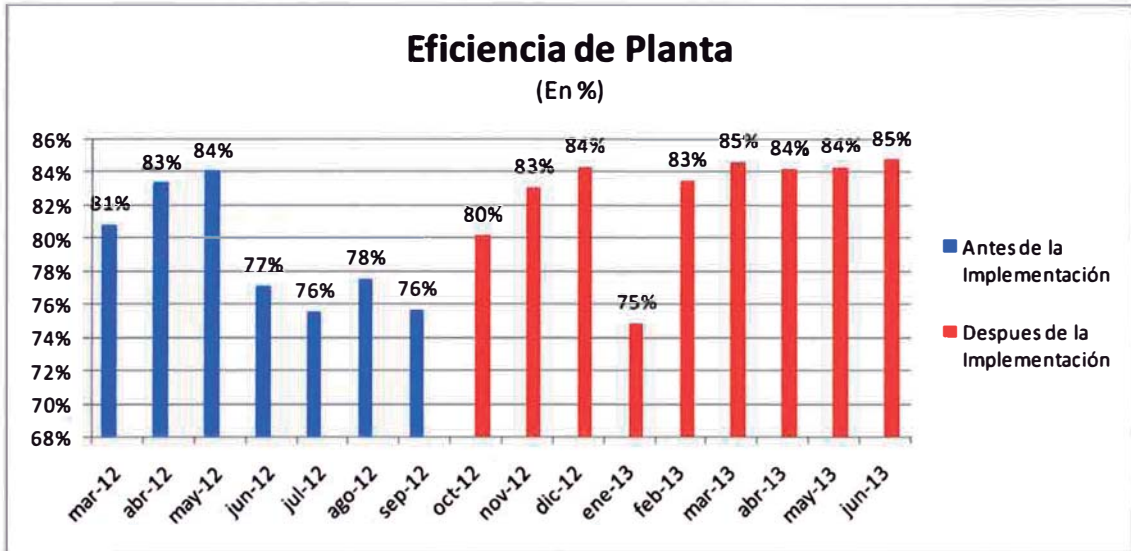


Figura N° 10 Historial de Eficiencia de Planta

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 1.3.1.3. Reducción del nivel de productos observados

En la figura N°11 se puede verificar como ha impactado la mejora en la reducción de productos observados pasando de 2000mill/mes a 1250mill/mes, es decir casi una reducción del 40%.

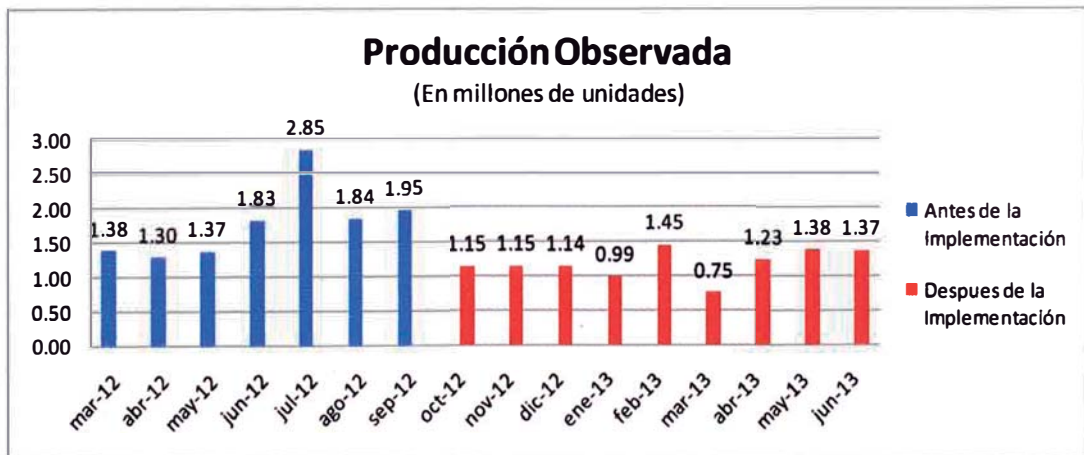


Figura N°11 Historial de Productos Observados

Fuente: Información proporcionada por la empresa

#### 1.3.1.4. Reducción del nivel de Stock de Remolidos

En la figura N°12 se puede confirmar como se ha mejorado el control sobre el stock de remolidos, lográndose reducir de 440 toneladas mensuales en valores de 300 toneladas mensuales, una reducción significativa de casi el 30%.

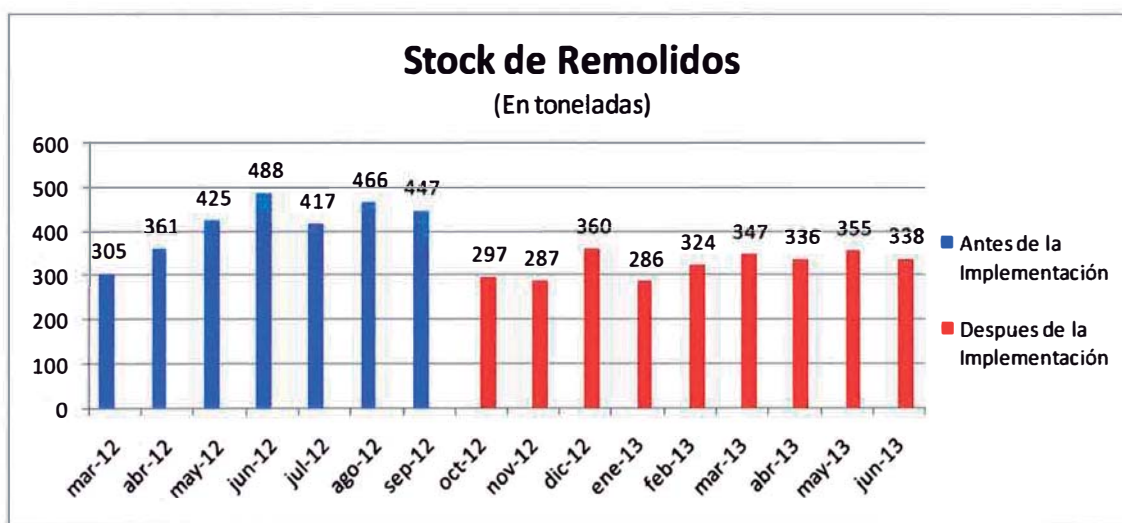


Figura N°12 Historial del Stock de Remolidos

Fuente: Información proporcionada por la empresa

#### 1.3.2. Beneficios Intangibles

##### 1.3.2.1. Incrementa el compromiso del personal

Se ha observado mayor seguridad tanto en operarios como ayudantes puesto que al especializarse en maquinas y moldes, tienen mayores herramientas para hacer frente a sus problemas y han internalizado que la reducción de tiempos que lograron en los cambios de molde han tenido un impacto considerable en la empresa.



### 1.3.2.2. Mejora en la participación del mercado

Al lograr entregar los productos en las fechas solicitados por los clientes conlleva a mejorar la imagen de la empresa y a tener un mejor posicionamiento en la mente de los clientes.

### 1.3.2.3. Mejora la atención de urgencias

El personal de distribución, al contar con más espacio libre, puede identificar y manipular fácilmente la producción lo que disminuye la incomodidad cuando se tiene que atender pedidos de emergencia, puesto que lo pueden realizar sin problemas.

### 1.3.2.4. Fortalecimiento del Trabajo en equipo

Las capacitaciones y formación de equipos de trabajo, ha desarrollado la habilidad de trabajo en equipo lo que permite la obtención de logros compartidos y el fortalecimiento de las relaciones interpersonales.

## 2. RESULTADOS DE LA SOLUCION PLANTEADA

### 2.1. Estimación de Costos

2.1.1. Costos de Capacitación: Se invirtió 420 mil soles en 350 colaboradores entre ayudantes y operarios para capacitarlos en:

- Desarrollo Personal y Aprender a Trabajar en Equipo
- Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)
- Uso y Manejo de Materiales Peligrosos
- Seguridad Basada en el comportamiento Humano

2.1.2. Costos de Horas Extras: Se invirtió 21,8 mil soles en horas extras puesto que las capacitaciones se realizaron fuera del horario de trabajo, para efectos de no impactar sobre la capacidad de producción.

2.1.3. Contratación de Personal Especializado: se contrataron 7 personas con experiencia en liderar procesos productos de termoformado, extrusión e impresión, para efectos de lograr la especialización, por lo cual se estaría incurriendo en un gasto mensual de 35mill soles.

## 2.2. Estimación de Beneficios Tangibles

Para la estimación de los beneficios básicamente nos enfocamos en la disminución del Costo luego de haber implementado la mejora, para tal efecto se mostrará el ahorro en disminución de costos para los meses de Octubre y Noviembre del 2012 y se estimará para los siguientes 6 meses.

### 2.2.1. Ahorro por el impacto sobre la reducción de productos observados.

La aumento de la eficiencia y la reducción en cambios de moldes e insertos disminuye por consecuencia las veces de regulación de parámetros y acondicionamientos de máquina; lo cual generó la reducción de los productos observados como se visualiza en el cuadro 11.

Cuadro 11 Costo mensual de Productos Observados

<b>PLANTA RÍGIDO</b>	<b>Mar-12</b>	<b>Abr-12</b>	<b>May-12</b>	<b>Jun-12</b>	<b>Jul-12</b>	<b>Ago-12</b>	<b>Sep-12</b>
Productos Observados (Mill)	1382	1296	1365	1825	2846	1836	1954
Índice (Soles/mill)	73	73	73	73	73	73	73
Costo de Stock inmovilizado	100,886	94,608	99,645	133,225	207,758	134,028	142,642
<b>Costo Mensual Promedio de Productos Observados</b>	<b>130,399</b>						

Fuente: Información proporcionada por la empresa

Una vez estimado el Costo promedio determinamos como impacto el proyecto en los 2 meses siguientes.

Cuadro 12 Costo mensual promedio de Productos Observados

<b>PLANTA RÍGIDO</b>	<b>Oct-12</b>	<b>Nov-12</b>	<b>Dic-12</b>	<b>Ene-13</b>	<b>Feb-13</b>	<b>Mar-13</b>	<b>Abr-13</b>
Productos Observados (Mill)	1145	1147	1143	993	1447	752	1234
Índice (Soles/mill)	73	73	73	73	73	73	73
Costo de Stock inmovilizado	83,585	83,731	83,439	72,455	105,613	54,870	90,083
Costo Promedio	130,399	130,399	130,399	130,399	130,399	130,399	130,399
<b>Beneficio</b>	<b>46,814</b>	<b>46,668</b>	<b>46,960</b>	<b>57,944</b>	<b>24,785</b>	<b>75,528</b>	<b>40,316</b>

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2. Ahorro por el incremento de la utilización de rollos inmovilizados

El stock de láminas que no son utilizadas por un tiempo mayor a 1 mes se redujo, con lo cual se genero un ahorro en el costo de almacén y de capital inmovilizado lo cual se visualiza en el cuadro 13.

Cuadro 13 Costo mensual de rollos inmovilizados

<b>PLANTA RIGIDO</b>	<b>Mar-12</b>	<b>Abr-12</b>	<b>May-12</b>	<b>Jun-12</b>	<b>Jul-12</b>	<b>Ago-12</b>	<b>Sep-12</b>
Stock de rollos	218	241	268	259	206	303	314
Índice (Soles/kilos)	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42
Costo de Stock inmovilizado	527,682	583,355	648,710	626,925	498,635	733,430	760,056
<b>Costo Mensual Promedio de rollos inmovilizados</b>	<b>664,040</b>						

Fuente: Información proporcionada por la empresa

A continuación determinaremos los beneficios con el Costo Promedio de Rollos inmovilizados.

Cuadro 14 Costo mensual promedio de rollos inmovilizados

<b>PLANTA RIGIDO</b>	<b>Oct-12</b>	<b>Nov-12</b>	<b>Dic-12</b>	<b>Ene-13</b>	<b>Feb-13</b>	<b>Mar-13</b>	<b>Abr-13</b>
Stock de rollos	267	223	229	226	246	233	254
Índice (Soles/kilos)	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42
Costo de Stock inmovilizado	646,290	539,785	554,308	547,047	595,458	563,990	614,822
Costo Promedio	664,040	664,040	664,040	664,040	664,040	664,040	664,040
<b>Beneficio</b>	<b>17,751</b>	<b>124,255</b>	<b>109,732</b>	<b>116,994</b>	<b>68,583</b>	<b>100,050</b>	<b>49,218</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa

### 2.2.3. Ahorro por el incremento del consumo de Remolidos

El stock de material reprocesado generó costos altos de almacenamiento y el incremento del consumo de materia prima. En tal

sentido al incrementar el consumo de remolido se estaría consumiendo menos materia prima y se ahorra en costos de almacenamiento, esto se ve reflejado como ahorro de acuerdo a lo mostrado en el cuadro 15

Cuadro 15 Costo mensual de stock de remolidos

<b>PLANTA RIGIDO</b>	<b>Mar-12</b>	<b>Abr-12</b>	<b>May-12</b>	<b>Jun-12</b>	<b>Jul-12</b>	<b>Ago-12</b>	<b>Sep-12</b>
Remolidos (Ton)	305	361	425	488	417	466	447
Índice (Soles/kilos)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Costo de Stock de Remolidos	57859	68482	80623	92574	79105	88400	84796
<b>Costo Mensual Promedio de Stock de Remolidos</b>							<b>78,834</b>

Fuente: Elaboración propia

Luego de determinar el costo mensual promedio del stock de Remolidos, estimamos los beneficios.

Cuadro 16 Costo mensual promedio de stock de remolidos

<b>PLANTA RIGIDO</b>	<b>oct-12</b>	<b>nov-12</b>	<b>dic-12</b>	<b>ene-13</b>	<b>feb-13</b>	<b>mar-13</b>	<b>abr-13</b>
Stock Remolidos (ton)	297	287	360	286	324	347	336
Índice (Soles/kilos)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Costo de Stock inmovilizado	56341	54444	68292	54254	61463	65826	63739
Costo Promedio	78,834	78,834	78,834	78,834	78,834	78,834	78,834
<b>Beneficio</b>	<b>22,493</b>	<b>24,390</b>	<b>10,542</b>	<b>24,580</b>	<b>17,371</b>	<b>13,008</b>	<b>15,095</b>

Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Cálculo del VAN

Para efectos de Determinar el VAN se proyectaron los costos y beneficios para un periodo de 8 meses, considerando una tasa de crecimiento de la capacidad de producción 0.1% mensual, dato que se determinó con el historial de producción de Marzo del 2012 hasta Octubre del 2012. La tasa de interés libre de inflación que utilizaremos es del 0.96% mensual dato proporcionado por la empresa. Con estas observaciones se realizó el flujo de costos-beneficios.

Cuadro 17 Flujo de Caja

PLASTICORIGIDO	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dic-12	Ene-13	Feb-13	Mar-13	Abr-13
<b>COSTOS</b>	<b>476,969</b>	<b>35,000</b>	<b>35,000</b>	<b>35,000</b>	<b>35,000</b>	<b>35,000</b>	<b>35,000</b>	<b>35,000</b>
Costo de Capacitación	420,090							
Costo de Horas Extras	21,880							
Costo de Personal Especializado	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
N° de Colaboradores	350	352	357	411	409	431	452	483
<b>BENEFICIOS</b>	<b>0</b>	<b>87,058</b>	<b>195,313</b>	<b>167,234</b>	<b>199,518</b>	<b>110,739</b>	<b>188,586</b>	<b>104,629</b>
Ahorro por Stock Rollos		17,751	124,255	109,732	116,994	68,583	100,050	49,218
Ahorro por Reducción de N.C.		46,814	46,668	46,960	57,944	24,785	75,528	40,316
Ahorro por Reducción de Remolidos		22,493	24,390	10,542	24,580	17,371	13,008	15,095
<b>FLUJO</b>	<b>-476,969</b>	<b>52,058</b>	<b>160,313</b>	<b>132,234</b>	<b>164,518</b>	<b>75,739</b>	<b>153,586</b>	<b>69,629</b>
<b>VAN</b>	<b>301,129</b>							

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el análisis económico se determinó que el VAN es mayor a cero, lo que significa que se recupera la inversión y que el proyecto es aceptable.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- Se concluye que el cuello de botella es el proceso de termoformado, sin embargo se debe realizar seguimiento conforme a la metodología puesto que cuando se levanten las restricciones el cuello de botella podría variar.
- Se concluye que luego de haber logrado reducir el nivel de stock de rollos entre 200 a 250 toneladas, facilitará las gestiones del almacén aumentando su capacidad de respuesta y veracidad de sus inventarios.
- Se concluye que la eficiencia de planta obedece en gran medida al tamaño de lote de producción es decir a mayor sea el lote de producción, se reducirán los cambios de insertos y aumentara la eficiencia.
- Se concluye que asignar moldes específicos a cada máquina en función a la proyección de las ocupaciones mensuales, minimizan los cambios de moldes y se reducen el número de rutas de termoformado, adicionalmente permite la especialización de operarios en combinaciones de moldes-máquina.
- Se concluye que Hacer coincidir los días no programables es una práctica que te permite poder ofrecer una mayor capacidad de producción, sin embargo es preciso tener claridad y seguridad de las paradas a realizar y de mantener informados a todos los involucrados,



de lo contrario se puede incurrir trabajos incompletos así como ofrecer una menor capacidad de producción frente a los requerimientos comerciales.

- Se concluye que desarrollar el personal en trabajo en equipo previamente y durante la mejora es un factor clave para el éxito de la misma.
- La cantidad de días que debe mantener abastecido el stock actual al requerimiento comercial, calculado y obtenido como resultado en el presente trabajo de 7 días, debe ser reestimado mensualmente para cada producto, debido a que depende de la capacidad real de la planta de producción, la cantidad demandada, las fechas de entrega, el costo de producción, el status del producto y todos estos factores son variables mes a mes.
- Mejorar control de remolidos disminuye los quiebres de stock de materia prima, y aumenta la certeza de la estimación de consumos mensuales enviado a logística.
- Se concluye que para aumentar la capacidad de producción se deben planificar las paradas de máquinas y paradas por motivos externos de tal manera que estas coincidan.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener un canal de comunicación del status del producto, que permita mantener actualizado a todos los implicados para efectos de que se reduzca el tiempo de disponibilidad del producto ofrecido al cliente.
- Se recomienda redistribuir la capacidad ociosa para efectos de aumentar la capacidad de mano de obra cuando se realicen procesos adicionales como armados de kit, etiquetado de productos, etc. De esta manera se reduce el costo de contratar personal adicional en fechas en que se incrementa la demanda considerablemente.
- Se recomienda que luego de levantar las restricciones del proceso de termoformado se continúe reevaluando donde se ubica el cuello de botella para efectos de que todos los esfuerzos sigan direccionados a aumentar la capacidad de producción.
- De acuerdo a lo calculado para la empresa se recomienda no programar la extrusión para abastecer más de 3 días de termoformado para efectos de mantenerla abastecida sin afectar su flexibilidad y a la vez que no se incremente de manera considerable el stock de inmovilizados ante algún cambio en el programa de termoformado, sin embargo ese tiempo variaría conforme a la capacidad de almacén, capacidad de producción y a la demanda del mercado principalmente por lo cual debe ser actualizado mensualmente.
- Se recomienda que el programa mensual de termoformado considere como factores principales, para productos make to order, las fechas

comerciales y para productos make to stock la agrupación de moldes e insertos.

- Se recomienda aumentar el stock de lámina para abastecer a termoformado de 2 a 4 días, para efectos de lograr mayores eficiencias en el proceso de extrusión, minimizar las purgas, aumentar los tirajes de extrusión y no dejar desabastecido el proceso de termoformado, sin embargo ese tiempo variaría conforme a la capacidad de producción, a la demanda del proceso siguiente, al status del producto, etc. Por lo cual los días de stock deben ser actualizado mensualmente.
- Se recomienda realizar reuniones periódicas entre los facilitadores de producción, el ingeniero del producto y el ingeniero de planeamiento para validar las restricciones del sistema de tal manera que se puedan identificar anticipadamente las restricciones que serán levantadas o las nuevas posibles restricciones, de esta manera afrontarlas oportunamente.
- Se recomienda que adicionalmente a la especialización se establezcan programas de capacitación constante de operarios y del personal de apoyo para actualizar sus conocimientos en el proceso en que actúan y que de esta manera ellos mismos generen sus soluciones frente a problemas.

## GLOSARIO

**Buffer (amortiguador):** resguarda al tambor, asegurando que siempre tenga trabajo. Se mide en unidades de tiempo más que en inventario intermedio.

**Centro de capacidad restringida (CCR):** Cualquier recurso el cual, si no es administrado y programado adecuadamente, es probable que origine una desviación en el flujo planeado del material o producto en la planta.

**Cuello de botella (CB):** es aquel proceso cuya capacidad es menor o igual a la demanda que hay de él.

**Drum (tambor):** es la restricción física de la planta, el resto de la misma debe seguir el ritmo del tambor.

**Restricción:** es todo aquello que impida el logro de la meta del sistema o empresa.

**Rope (cuerda):** mecanismo mediante el cual los centros de trabajo subsecuentes jalan el material a través de producción.

**Work in process (WIP):** artículos sin terminar en un proceso de producción, no están completos aún debido a que pueden estar siendo fabricados o esperando a ser enviados para su estoqueo definitivo.

## BIBLIOGRAFIA

Goldratt, E. M. *La meta: un proceso de mejora continua*. 3ra. ed. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 2005.

Krajewski, L. Ritzman, L. (2000) *Administración de Operaciones Estrategia y Análisis*. México: Pearson Educación.

Gestiopolis (s.f.) *Sistemas MRP*. de

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/tociem.htm>

Fecha de ultimo acceso 16/08/2013

Domínguez, J.A. García, S. Domínguez, M.A. Ruiz, A. Alvarez, M.J. (1995) *Dirección de Operaciones: Aspectos Tácticos y Operativos en la producción y los servicios*. España: McGraw-Hill.

José Alvarez M, Jorge Inche M, Gerardo Salvador W, *Programación de Operaciones Mediante la teoría de Restricciones*, Vol. (7) 1: pp. 12-19, de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol7\\_n1/pdf/programacion.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol7_n1/pdf/programacion.pdf)

Fecha de ultimo acceso 16/08/2013

## ANEXO

Cuadro de asignación de productos por máquina, de esta manera se asignaron los productos asegurándose que cada molde que trabaje en máquina se programado junto con los insertos que le correspondan y con ocupación mayor a cero

MÁQUINA	COD MOLDE	CODIGO	DESCRIPCION DEL PRODUCTO
RDM 63/10-1	MDIL122E	2811090025	ENVASE CIRCULAR 600 BL PP PROCESO
		2811090022	ENVASE CIRCULAR 330 - PG BL PP PROCESO
	MDIL123E8	2821029236	ENVASE 1/2 LT CACER BL PS
		2821029237	ENVASE 1 LT CACER BL PS
<b>Total RDM 63/10-1</b>			
RDM 63/10-2	MDIL103E3	2811090015	ENVASE CIRCULAR 330 BL PP PROCESO
		2821029093	ENVASE CIRCULAR 12.5 OZ CACER TR PP
	MDIL75V	2811090062	VASO 160 g PASION PP TR PROCESO
	MDIL93E	2821029230	ENVASE CIRCULAR REFILL 160 TR PP
	MI-101.5E	2811091046	ENVASE HELADO 400 CC BL PS PROCESO
		2811091047	ENVASE HELADO 200 CC BL PS PROCESO
		2811091050	ENVASE HELADO 8 OZ SIN PARAR BL PS PROCESO
<b>Total RDM 63/10-2</b>			
RDM 63/10-3	MDIL103-10CAV	2811090035	ENVASE CIRCULAR 6 OZ BL PP PROCESO
		2811090036	ENVASE CIRCULAR 6 OZ C800 BL PP PROCESO
		2821029033	ENVASE CIRCULAR 6 OZ CACER TR PP
		2821029035	ENVASE CIRCULAR 6 OZ CACER TR PP CAJA
		2821029228	ENVASE 6 OZ CACER BL PS
<b>Total RDM 63/10-3</b>			
RDM 63/10-4	MDIL103V	2811090104	VASO 25 OZ TR PP PROCESO
		2811090555	VASO 14 OZ REB NAT PLASTIC TR PP PROCESO
		2811090560	VASO 16 OZ REB NAT PLASTIC TR PP PROCESO
	MDIL74-76V	2811090510	VASO 10 OZ REB SILV PLASTICS TR PP PROCESO
		2811090512	VASO 12 OZ REB SILV PLASTICS TR PP PROCESO
	MDIL82V1	2811090550	VASO 12 OZ REB NAT PLASTIC TR PP PROCESO
	<b>Total RDM 63/10-4</b>		

<b>RDM 63/10-6</b>	MDIL70EV	<b>2811091040</b>	ENVASE HELADO 7 OZ BL PS PROCESO
	MDIL74-76V	<b>2811090540</b>	VASO 9 OZ REB NAT PLASTIC TR PP PROCESO
		<b>2811090545</b>	VASO 10 OZ REBO NAT PLASTIC TR PP PROCESO
	MDIL75.3E	<b>2811091020</b>	VASO 140 CC LAIVE BL PS PROCESO
		<b>2811091025</b>	VASO 125 ML YOLEIT MIX BL PS PROCESO
		<b>2811091030</b>	VASO 120 ML YOLEICITO BL PS PROCESO
		<b>2821011137</b>	VASO SUNDAE TR MC DONALDS PP
		<b>2811091007</b>	VASO 125 g BATT CON ESTACAS BL PS PROCESO
<b>Total RDM 63/10-6</b>			
<b>RDM 63/10-7</b>	MDIL70E16	<b>2821029269</b>	AJICERO 4 OZ TR PP
	MDIL80SC	<b>2811090090</b>	VASO 7.5 OZ TR PP PROCESO
		<b>2821044001</b>	SOBRECOPA MC DONALDS TR PP
	MDIL80SC - 14C	<b>2821044007</b>	SOBRECOPA APILABLE TR PP
		<b>2821044009</b>	SOBRECOPA TR PP
	MDILR145E	<b>2811090051</b>	ENVASE RECTANGULAR 200 g GR PP PROCESO
<b>2811090053</b>		ENVASE RECTANGULAR 400 g GR PP PROCESO	
<b>Total RDM 63/10-7</b>			

Calculo de la eficiencia conforme a los factores que afectan al proceso de extrusión

Extrusora	Req del Mes	Ocupación (Días)	Cambios y Calibraciones	Purga	Mecánico y Eléctrico	Eficiencia (Sin B.Perd)	Eficiencia Real
MAI	273.5	29.4	9.7%	2.5%	2.9%	97.9%	82.9%
UNION	188.3	19.5	7.5%	3.5%	1.9%	93.1%	80.2%
WELEX 1	475.6	39.3	12.3%	3.5%	2.1%	85.6%	67.7%
WELEX 2	571.4	29.4	6.3%	0.5%	1.9%	87.0%	78.3%

Cuadro que se implementó para asegurar el abastecimiento de mano de obra semanalmente.

		Máquinas	Hrs.	
<b>TERMOFORMADO 1</b>				<b>PRODUCTOS PROGRAMADO</b>
	TF-1		24	VASO 12 OZ REBORDEADO NATIONAL PLASTIC TR PP PROCESO
	TF-2		24	ENVASE HELADO 200 CC BL PS PROCESO
	TF-3		24	ENVASE CIRCULAR 6 OZ CACER TR PP
	TF-4		24	VASO 10 OZ REBORDEADO NATIONAL PLASTIC TR PP PROCESO
	TF-5		24	ENVASE 1 LT CACER BL PS
	TF-6		24	VASO SUNDAE TR MC DONALDS PP
	TF-7		24	SOBRECOPA APILABLE TR PP
	42		24	TAPA AJICERO 4 OZ TR PP
	45		24	TAPA CIRCULAR 8-16 OZ. BL PS PROCESO
	DONGLON G		24	VASO 10 OZ PLASRESA BL PP
	Hong Hua		24	VASO 3 OZ VASO-T (HH) TR PP
	Hong Hua-2		-	-
	FUT01		12	
	Etiq1		24	



## PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TERMOFORMADO EN MÁQUINAS 63/10

### 1. OBJETIVO

Establecer los pasos operativos para asegurar la calidad del producto y el normal funcionamiento del proceso de termoformado rígido, en las máquinas ILLIG RDM 63/10, 42/3 y 45/3.

### 2. ALCANCE

Aplica al área de Producción Rígido y comprende la producción de productos termoformados en las máquinas ILLIG RDM 63/10, 42/3 y 45/3, desde el abastecimiento de las bobinas de rígido, hasta el etiquetado y paletizado de los productos termoformados.

### 3. RESPONSABILIDADES

- **Facilitador:** Es responsable de verificar que el operador cumpla con el Programa diario de producción, Ficha técnica de proceso y Ficha técnica de producto respectiva para el correcto desarrollo de la presente instrucción.
- **Operador:** Es el responsable de desarrollar el proceso de termoformado cumpliendo la presente instrucción, fichas técnicas del proceso y producto respectivas, además del registro de reportes.
- **Ayudante:** Es el responsable de apilar, rotular y empacar el producto de acuerdo a lo establecido en la ficha técnica del producto respectiva, también debe realizar las diversas funciones que el operador le asigne cumpliendo con la presente instrucción.

### 4. DEFINICIONES

- 4.1 **Desembobinador:** Estructura metálica donde se coloca el eje con la bobina a termoformar.
- 4.2 **Sistema alimentador de lámina:** Mecanismo que alimenta la lámina en forma controlada a través de dos rodillos jaladores.
- 4.3 **Zona de precalentamiento:** Lugar donde la lámina recibe calentamiento previo a través de rodillos antes de ingresar al sistema de arrastre.



- 4.4 Sistema de arrastre:** Compuesto por dos cadenas dentadas las cuales transportan la lámina a través de las zonas de calefacción para que alcance la temperatura adecuada antes de ser moldeada.
- 4.5 Horno:** Mecanismo que proporciona calor necesario a la lámina antes de ser termoformada.
- 4.6 Zona de molde:** Lugar donde se coloca el molde (matriz) según el producto a termoformar.
- 4.7 Zona de apilamiento de productos:** Lugar donde se recepcióna y se apila el producto termoformado para luego ser empacado.
- 4.8 Tablero principal:** Panel donde se encuentran los controles de encendido, se programa y regulan los parámetros según la Ficha técnica de proceso respectiva.
- 4.9 Embobinador de devanado:** Mecanismo que bobina por medio de un rodillo el devanado luego del proceso de termoformado.















## 5. MATERIALES Y HERRAMIENTAS











- Material de empaque, etiquetas de identificación del producto
- Tachos para producto rechazado
- Porta-Cuchilla
- Juego de herramientas (llaves mixtas y llaves allen en pulgadas y milimétricas)
- Equipo de protección personal (casco, lentes, botines de seguridad, tapones auditivos, guantes y mangas para alta temperatura)











## 6. DESCRIPCIÓN

Para la realización de las actividades detalladas en la presente instrucción, tener en cuenta los peligros que puedan estar asociados.

6.1 Encendido de la Máquina Termoformadora:	
	<b>6.1.1</b> Use equipos de protección personal para el desarrollo de las actividades del proceso de Termoformado rígido como: casco, lentes, tapones auditivos, botines de seguridad y respete las señales de seguridad de la Planta.
	<b>6.1.2</b> Verifique el orden y limpieza del área de trabajo, así como también los dispositivos de seguridad: botones de emergencia, guardas y puertas de seguridad

	<p><b>6.1.3</b> Energice la máquina y verifique la operatividad de la máquina (ILLIG RDM 63/10, 42/3 o 45/3) a emplear en el proceso de termoformado.</p>
	<p><b>6.1.4</b> Realice cambio de molde de ser necesario y registre según el formato “<b>Lista de Chequeo Cambio de Molde Termoformadora 63/10, 42/3 y 45/3</b>” R-PRIG-017.</p>
	<p><b>6.1.5</b> Verifique que las puertas de la máquina a emplear estén cerradas y los botones de parada de emergencia operativos.</p>
	<p><b>6.1.6</b> Abra las llaves de suministro general de agua y aire, verifique la presión de acuerdo a los parámetros establecidos en la Ficha Técnica de Proceso respectiva.</p>
	<p><b>6.1.7</b> En la pantalla del tablero principal ingrese los parámetros establecidos en la Ficha Técnica de Proceso respectiva.</p>
	<p><b>6.1.8</b> Active el precalentador y el horno (zonas de calefacción).</p>
	<p><b>6.1.9</b> Espere que las temperaturas alcancen los parámetros de proceso indicados en la Ficha técnica de Proceso respectiva.</p>
	<p><b>6.1.10</b> Acondicione el sistema de apilamiento.</p>
<b>I.R.</b>	<b>6.2 Inicio de Producción:</b>
	<p><b>6.2.1</b> Verifique que la bobina proporcionada por el montacarguista sea la señalada en el programa diario de producción y registre la información en el formato Reporte de Producción y Consumo – Termoformado.</p>
	<p><b>6.2.2</b> Retire el empaque de la bobina y ubique el eje del desembobinador en la bobina a termoformar.</p>
	<p><b>6.2.3</b> Levante con el tecla el eje con la bobina (con el apoyo del montacarguista para 42/3 y 45/3), y ubíquela en la base del desembobinador de bobina.</p>
	<p><b>6.2.4</b> Baje el freno para asegurar el desembobinador de bobina (aplicable a Ilig 42/3 y 45/3).</p>
	<p><b>6.2.5</b> Accione el interruptor principal para energizar el sistema de alimentación de lámina (aplicable a Ilig 42/3 y 45/3).</p>
	<p><b>6.2.6</b> Asegúrese de abrir el seguro de los rodillos jaladores del sistema de alimentación de lámina para el traslado de lámina, caso contrario no traslade la lámina (aplicable a Ilig 42/3 y 45/3).</p>

	<b>6.2.7</b> Asegúrese de activar el sistema de alimentación de lámina en MODO MANUAL y realice el traslado de lámina por los rodillos jaladores, caso contrario no traslade la lámina (aplicable a Ilig 42/3 y 45/3).
	<b>6.2.8</b> Verifique que la lámina esté colocada a la entrada de los rodillos jaladores y baje el seguro (aplicable Ilig 42/3 y 45/3).
	<b>6.2.9</b> Active el transporte de lámina avance MODO AUTOMÁTICO para transportar la lámina al ingreso del pre-calentador.
	<b>6.2.10</b> Guíe el traslado de lámina por la plataforma de ingreso al pre-calentador y asegúrese de activar el pulsador transporte de lámina avance MODO MANUAL, caso contrario no traslade la lámina (no aplicable a Ilig 42/3 y 45/3).
	<b>6.2.11</b> Regule el ancho de las guías de la plataforma de ingreso al pre-calentador de acuerdo a la lámina a termoformar.
	<b>6.2.12</b> Asegúrese de accionar en el tablero del pre-calentador el pulsador transporte de lámina avance MODO MANUAL y realice el traslado de lámina hasta la parte interna del pre-calentador, asegúrese que el rodillo jalador del pre-calentador esté separado del rodillo de calefacción, caso contrario no traslade la lámina.
	<b>6.2.13</b> Accione en el tablero del precalentador el pulsador transporte de lámina avance MODO AUTOMÁTICO.
	<b>6.2.14</b> Realice el traslado de lámina por la plataforma de ingreso al sistema de arrastre (guías), asegúrese de activar el transporte de lámina avance MODO MANUAL, caso contrario no traslade la lámina.
	<b>6.2.15</b> Regule las guías de la cadena de arrastre dependiendo del ancho de la lámina a termoformar.
	<b>6.2.16</b> En el tablero principal active el botón avance de cadena en modo manual y guíe la lámina hasta el bobinador de devanado.
	<b>6.2.17</b> Asegure la lámina en el rodillo del bobinador de devanado y active el sistema de embobinado regulando la velocidad.
	<b>6.2.18</b> Regule el sistema de apilamiento para iniciar la producción.
	<b>6.2.19</b> Active en el tablero principal de la termoformadora el MODO AUTOMÁTICO.
	<b>6.2.20</b> Abra las llaves para permitir el ingreso de agua al molde una vez que comiencen a salir los productos

	<p>termoformados.</p> <p><b>6.2.21</b> Verifique que los parámetros de la máquina sean los señalados en la Ficha técnica de Proceso respectiva, de no ser así hacer las correcciones necesarias.</p>
	<p><b>6.2.22</b> El operador y el ayudante deben asegurar la limpieza del sistema de apilamiento, la mesa de trabajo y la aplicación de BPM antes del inicio de la producción.</p>
	<p><b>6.2.23</b> Al inicio de la producción separe los productos que por motivo de arranque aún no cumplen con las características de calidad señaladas en la Ficha técnica del producto respectiva, hasta lograr el producto deseado. Durante el proceso también se separan los productos mal termoformados.</p>
	<p><b>6.2.24</b> Ubique los productos mal termoformados en el tacho de material recuperab le para luego llevarlos al molino (bolsa roja). Los productos que no se puedan recuperar por temas de contaminación serán enviados al tacho de residuos generales.</p>
	<p><b>6.2.25</b> Muestree el producto termoformado según lo establecido en el “<b>Plan de Inspección – Termoformado Rígido</b>” PL-ACAL-002 y registre la información en el reporte respectivo.</p>
	<p><b>6.2.26</b> En caso de encontrar desviaciones en las características de calidad se procede de acuerdo al procedimiento “<b>Control de Materiales y Productos No Conformes</b>” P-ACAL-003.</p>
	<p><b>6.2.27</b> Los productos que cumplen con las características de calidad de acuerdo a lo señalado en la Ficha técnica de Producto respectiva, serán empacados y sellados.</p>
	<p><b>6.2.28</b> Se ubican las cajas o paquetes sobre un pallet y se coloca la identificación sobre cada empaque externo conforme se van apilando.</p>
	<p><b>6.2.29</b> Paletice el producto de termoformado de acuerdo a la ficha técnica de producto respectiva y registre en el formato Reporte de Producción y Consumo – Termoformado.</p>
	<p><b>6.2.30</b> En caso se presenten paradas de máquina (operacional, mecánica, eléctrica, moldes, logístico y externo), comunicar al Facilitador e Ingeniero de Turno para solicitar el apoyo respectivo. Registre en el formato “<b>Tiempo Perdido Termoformado Rígido</b>” R-PRIG-005.</p>
	<p><b>6.2.31</b> Registre los datos correspondientes de acuerdo a cada formato de la máquina.</p>

## **7. REGISTROS**

- R-PRIG-003 Control de Materia Prima Termoformado Rígido 1
- R-PRIG-005 Tiempo Perdido Termoformado Rígido
- R-PRIG-017 Lista de Chequeo Cambio de Molde Termoformadora 63/10, 42/3 y 45/3
- R-ACAL-012 Control de Calidad de Tapas - Área Termoformado Rígido
- R-ACAL-013 Control de Calidad de Envases - Área Termoformado Rígido
- Reporte de Producción y Consumo – Termoformado.

## **CUADROS Y FIGURAS**

### **1. INDICE DE CUADROS**

- Cuadro 01. Criterios de Decisión (Pág.46 )
- Cuadro 02. Pesos de Criterios de Decisión (Pág.47 )
- Cuadro 03. Puntaje de los criterios según escala de calificación (Pág.47 )
- Cuadro 04. Análisis de Alternativas (Pág.48 )
- Cuadro 05. Puntaje de cada alternativa (Pág.48 )
- Cuadro 06. Velocidades de extrusión (Pág.51 )
- Cuadro 07. Tiempos de Cambio de Molde y de Insertos (Pág.51 )
- Cuadro 08. Tiempos de Cambio de Sistema y de Referencia (Pág.55 )
- Cuadro 09. Máxima capacidad de colores por Impresora (Pág.55 )
- Cuadro 10. Matriz de Evaluación de Restricciones (Pág.58 )
- Cuadro 11 Costo mensual de Productos Observados (Pág.77 )
- Cuadro 12 Costo mensual promedio de Productos Observados (Pág.77 )
- Cuadro 13 Costo mensual de rollos inmovilizados (Pág.78 )
- Cuadro 14 Costo mensual promedio de rollos inmovilizados (Pág.78 )
- Cuadro 15 Costo mensual de stock de remolidos (Pág.79 )
- Cuadro 16 Costo mensual promedio de stock de remolidos (Pág.79 )
- Cuadro 17 Flujo de Caja (Pág.80 )

### **2. INDICE DE FIGURAS**

- Figura 01 Organigrama Gerencia General (Pág.16 )
- Figura 02 Organigrama Gerencia de Operaciones (Pág.17 )
- Figura N°03 Diagrama Organizacional (Pág.18 )
- Figura N°04. Matriz FODA de la Empresa (Pág.24 )
- Figura N°05 Historial del Stock de Rollos (Pág.43 )
- Figura N°06 Historial de la Eficiencia de Planta (Pág.43 )

**Figura N°07 Historial de Productos Observados (Pág.44 )**

**Figura N°08 Historial del Stock de Remolidos (Pág.45 )**

**Figura N°09 Historial del Stock de Remolidos (Pág.72 )**

**Figura N°10 Historial de Eficiencia de Planta (Pág.73 )**

**Figura N°11 Historial de Productos Observados (Pág.73 )**

**Figura N°12 Historial del Stock de Remolidos (Pág.74 )**