

**DIAGNOSTICO Y ANÁLISIS DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y  
CONTROL DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS EN LA PLANTA DE  
LÁMINAS DE AJOVER S.A.**

**LUZ MARINA BALLESTAS TENORIO  
CLAUDIA PATRICIA RINCÓN RINCÓN**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MINOR EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN  
CARTAGENA DE INDIAS**

**2003**

**DIAGNOSTICO Y ANÁLISIS DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y  
CONTROL DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS EN LA PLANTA DE  
LÁMINAS DE AJOVER S.A.**

**LUZ MARINA BALLESTAS TENORIO  
CLAUDIA PATRICIA RINCÓN RINCÓN**

**Monografía para optar al título de  
Ingeniero Industrial**

**Asesor  
LUIS MORALES  
Ingeniero Industrial**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MINOR EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN  
CARTAGENA DE INDIAS**

**2003**

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO	8
INTRODUCCIÓN	10
1. INFORMACIÓN PRELIMINAR DE LA EMPRESA	12
1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE AJOVER S.A.	12
1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE LA PLANTA DE LAMINAS	15
1.3 CATÁLOGO DE PRODUCTOS	16
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	18
2.1 VARIABLES DEL PROCESO	22
2.1.1 Materiales	22
2.1.2 Maquinas y equipos	23
2.1.3 Mano de obra	24
2.1.4 Medios logísticos	25
2.1.5 Métodos y procedimientos	27
2.1.6 Medio ambiente	28
3. DIAGNOSTICO DE LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS	30
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS	30
3.1.1 Descripción del proceso de administración Del inventario	35
3.1.1.1 Inventario de Materia Prima.	35
3.1.1.2 Inventario de Producto Terminado.	39

3.1.2	Capacidad de la planta	42
3.1.3	Indicadores de gestión operativos	44
3.1.3.1	Volumen de Producción de láminas.	44
3.1.3.2	Eficiencia Bruta y Eficiencia Neta.	44
3.1.3.3	Scrap no estándar.	44
3.1.3.4	Scrap no reprocesable.	45
3.1.3.5	Indicador de Calidad.	45
3.2	DIAGNOSTICO	46
4.	RECOMENDACIONES GENERALES	48
4.1	PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP)	49
4.2	PLANEACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES - (MRP)	55
4.3	PRODUCCIÓN JUSTO A TIEMPO	62
4.4	SISTEMA DE MANEJO DE INVENTARIO	65
4.5	RECOMENDACIONES GENERALES	68
5.	CONCLUSIONES	73
	BIBLIOGRAFÍA	75

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Demanda supuesta y Días de trabajo	50
Tabla 2. Costos.	50
Tabla 3. Requisitos para la planeación de la Producción	50
Tabla 4. Plan con producción exacta y fuerza Laboral variada	54
Tabla 5. Plan con fuerza laboral constante, Inventario variable y agotamiento de existencias	54
Tabla 6. Plan con Fuerza laboral baja constante, Subcontratación	54
Tabla 7. Planeación de los requerimientos de Materiales	58
Tabla 8. Datos iniciales	59
Tabla 9. Inventario inicial y tiempos de entrega del Proveedor	59
Tabla 10. Costos	59

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de Flujo del Proceso.	21
Figura 2. Medios logísticos	25
Figura 3. Flujograma General del Proceso de Planeación, Programación y Control del Proceso de Láminas.	34
Figura 4. Flujograma General del Proceso de Administración del Inventario de Materias Primas.	38
Figura 5. Flujograma General del Proceso de Administración del Inventario de Producto Terminado.	41
Figura 6. Lista de Materiales	57
Figura 7. Modelo de cantidad fija de pedido	66

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Representación Gráfica de la máquina extrusora de láminas de Poliestireno	77

## **RESUMEN EJECUTIVO**

A lo largo de la realización de esta monografía se desarrollo el diagnóstico de la Planta de Láminas de Ajoever S.A., dicha información ha sido útil para el desarrollo de conceptos y propuestas en busca de la mejora continua del proceso de fabricación de láminas.

Nuestro objetivo es hacer un recorrido por las etapas del proceso de planeación, programación y control tanto de la producción como del inventario de materia prima y producto terminado.

La documentación permitió describir detalladamente como se realizaban cada unos de estos procesos y que personas intervenían en él, para lo cual se desarrollaron diagramas de flujos que permitieran visualizar mejor el manejo de la información a lo largo del proceso.

Posteriormente se hizo el diagnostico de los procesos citados con anterioridad, este diagnóstico permitió identificar que partes del proceso eran susceptibles de mejora.

El conocimiento del proceso nos permitió desarrollar ciertas propuestas, como la utilización de un plan maestro de producción para los requerimientos de materia prima en kilogramos. Además se sugirió el uso de la planeación de los requerimientos de materiales para el material de empaque, como estrategia para hacer una mejor

distribución de la capacidad. Adicionalmente y con el objeto de hacer más eficiente el proceso de compra de insumos para la planta, se recomendó un modelo para el manejo de los inventarios, con el cual se determina el nivel de reorden y la cantidad a pedir óptima para un nivel de servicio específico.

El conocimiento del proceso productivo nos permitió sugerir propuestas encaminadas a la disminución de costos en el área de empaque.

Muchas de las propuestas presentadas no son soportadas con datos específico, debido a razones de confidencialidad manifestadas por la empresa.

## INTRODUCCIÓN

A través de los años las empresas manufactureras se han preocupado por hacerse más competitivas, lo cual involucra la ejecución de acciones día a día que le agreguen valor a su producto final y así poder mantenerse con éxito en un entorno cambiante como el de hoy.

El deseo de Ajovert desde sus inicios siempre ha sido ofrecer productos de calidad, lo cual incluye la mejora continua en cuanto a procesos, procedimientos y talento humano, en este fundamento se basa el estudio, en hacer un diagnóstico del proceso de planeación, programación y control de la producción de la planta productora de Láminas de Poliestireno y además del proceso de administración del inventario.

El diagnóstico reúne una información detallada y discriminada de la situación actual de la planta empezando por la descripción y caracterización del proceso productivo, en cuanto a materiales, máquinas y equipos, mano de obra, medios logísticos, métodos, procedimientos y por último al medio ambiente. Esta pesquisa preliminar le ofrece al estudio el soporte ideal para edificación del proceso de planeación, programación y control de la producción y asimismo el proceso de

administración del inventario de materia prima y producto terminado.

Esta información permitirá determinar los puntos del proceso susceptibles de mejora, lo que al final se traducirá en el logro de la empresa y por ende de la monografía.

Cabe aclarar que en muchos de los capítulos presentados, se omitieron datos y se supuso otros, debido a que la empresa tiene información reservada a la cual fue imposible acceder para la realización del análisis de datos más acordes a la realidad.

**Artículo 107.** La institución se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados, los cuales no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización.

## 1. INFORMACIÓN PRELIMINAR DE LA EMPRESA

### 1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE AJOVER S.A.

Ajover S.A., es una empresa manufacturera fundada en 1.961 por el Industrial Alberto José Verswyvel, de nacionalidad Belga, cuyo propósito era la transformación de plásticos, y se caracterizó por la diversificación de productos tales como Tejas, Mangueras, Tuberías, Tanques y Perfiles.

En el año de 1970, se inició la Producción de Espuma de Poliestireno, con la elaboración de Bandejas para Huevos.

El Industrial Elis Douer, se retira del área textil y se interesa por entrar al sector de los plásticos, es así, como en el año de 1980 compra a Manufacturas Ajover S.A., e inicia un proceso de modernización y desarrollo en 1983. Desde de 1983 hasta 1987, se expanden las ventas y la distribución, consolidándose una red de distribuidores en todo el país, que la llevó a incrementar sus ventas y posicionarse en el mercado.

Entre los años de 1989 y 1991 se amplía la línea de producción con la adquisición y montaje de una máquina de Rotomoldeo, ofreciendo tanques de polietileno de diversas capacidades y se aumenta la producción de espumado con la compra de nuevos equipos. En este mismo periodo ingresan al mercado los vasos desechables de Poliestireno,

lo que implicó el montaje de la máquina Coextrusora y Termoformadoras y el arranque de la máquina de impresión de Vasos desechables.

En el año de 1992 se aumenta la capacidad de producción de Tejas de PVC con el montaje y arranque de una segunda máquina extrusora y se arranca la línea de inyección para nuevos productos desechables.

En 1993 se crea la Planta de Ajover Cartagena, con el propósito de producir Película de PVC. La capacidad inicial de producción fue de 1,000 Toneladas anuales.

En 1994, arrancó la nueva línea de película termoencogible o Shrink, usada para envoltura de regalos, promociones, libros entre otros productos, con una capacidad de 640 Toneladas anuales.

En 1995 se montan y ponen en marcha las nuevas plantas de Vasos de Poliestireno Expandible, Rotomoldeo y el área de impresión de películas de PVC en la Planta de Cartagena.

En el año 1997, se expande la producción de película extensible o Stretch con el arranque de una nueva máquina con una capacidad de 1,400 Toneladas anuales, con el propósito de satisfacer las necesidades crecientes de los mercados nacional e internacional. Como respuesta a las nuevas exigencias de los mercados Nacional e internacional, Ajover da un paso importante en el año de 1.998, obteniendo la Certificación ISO 9002 para la Producción y Comercialización de Películas de PVC, e inicia el montaje y puesta en marcha de la nueva planta de tejas ThermoAcoustic, para suministrar éste nuevo producto al mercado de la construcción,

además en 1.999 se expande con el montaje y arranque de una segunda máquina para producir película Termorretraible o Shrink. En el año 2000, obtiene la certificación ISO 9002, para la Producción y Comercialización de las Tejas de PVC y se logra el Sello de conformidad de la referencia Ajonit.

## 1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE LA PLANTA DE LÁMINAS

La planta de láminas fue puesta en funcionamiento en Bogotá en Diciembre de 1996, apoyada con una fuerza laboral de veinte (20) operarios.

En 1997 la planta fue trasladada hacia Cartagena con el fin de producir rollos de Poliestireno de alto impacto y láminas de Poliestireno Cristal. Durante el arranque, la planta mostró los problemas típicos de operación que pueden presentarse en la puesta en marcha de una planta por primera vez.

Sin embargo, la planta presentaba problemas en la elaboración de los rollos de Poliestireno debido a que el espesor requerido no era fácilmente obtenido en este proceso, por lo que se decidió producir solamente láminas de Poliestireno cristal y para la fabricación de los rollos de Poliestireno se decidió comprar nueva y mejor tecnología la cual fue instalada en Bogotá.

Con el fin de hacer su proceso cada día más productivo se crearon indicadores de productividad lo cual permitió hacer un mejor análisis de las situaciones que susceptibles de mejora. Para tal efecto y luego de una investigación exhaustiva se logró una eficiencia neta del 95%, con un 90% de producto prime; no obstante, la eficiencia bruta se ha mantenido en el 25% debido a las constantes paradas que se deben realizar por falta de órdenes de producción.

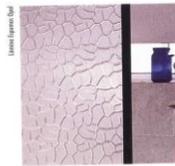
### 1.3 CATALOGO DE PRODUCTOS

Ajover S.A. ofrece dentro de su gama de productos, láminas con diferentes tipos de grabados y colores, los cuales son mostrados a continuación.

#### *Ambientes con láminas Arquitectónicas*



#### *Lámina Arabescos*



##### *Colores*

*Cristal Opal*  
*Humo Champaña*  
*Cobre*

##### *Medidas*

*120 cms X 180 cms*  
*Internacionales por pedido*



#### *Lámina Espumas*



##### *Colores*

*Cristal Opal*  
*Humo Champaña*  
*Cobre Azul*  
*Verde*

##### *Medidas*

*120 cms X 180 cms*  
*Internacionales por pedido*



#### *Lamina Acanalada*



##### *Colores*

*Cristal Opal*  
*Humo Champaña*  
*Cobre Azul*  
*Verde*

##### *Medidas*

*120 cms X 180 cms*  
*Internacionales por pedido*



### *Lámina Cristal de Hielo*



#### **Colores**

*Cristal Opal*  
*Humo Champaña*  
*Cobre Azul*  
*Verde*

#### **Medidas**

*120 cms X 180 cms*  
*Internacionales por pedido*



### *Lámina Vitral Etrusco*



#### **Colores**

*Cristal Opal*  
*Humo Champaña*  
*Cobre Azul*  
*Verde*

#### **Medidas**

*120 cms X 180 cms*  
*Internacionales por pedido*



### *Lamina Rombos*



#### **Colores**

*Cristal Opal*  
*Humo Champaña*

#### **Medidas**

*120 cms X 180 cms*  
*Internacionales por pedido*



### *Lamina Esmerilada*



#### **Colores**

*Cristal Opal*  
*Humo Champaña*  
*Cobre Azul*  
*Verde*

#### **Medidas**

*120 cms X 180 cms*  
*Internacionales por pedido*



## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso comienza por la alimentación de la materia prima en las cuatro tolvas de recepción de productos, las cuales están distribuidas de la siguiente forma:

Tolva A: Recibe los pigmentos sólidos

Tolva B: Poliestireno virgen

Tolva C: Molido de láminas

Tolva D: Refilo automático

El producto alimentado en cada una de las tolvas llega a un mezclador el cual se encarga de unir todos estos materiales y vaciarlos en la tolva principal.

Este material es depositado en el tornillo de la extrusora, el cual se encarga de convertir los granos de termoplástico en una fundición homogénea a suficiente presión para permitir que el material fundido fluya a través de un cabezal de moldeo en una variedad de formas. Para que el gránulo de Poliestireno sea transportado, comprimido y derretido a lo largo de la pared cilíndrica, es necesario derretirlo a lo largo de cinco etapas de calentamiento sometidas a diferentes temperaturas.

Se deben considerar muchas variables en el proceso de extrusión dado que el producto final puede variar en forma, tamaño y dimensiones de acuerdo al comportamiento de las mismas. El flujo, la densidad, el rendimiento y el

control de espesor, son unas de las variables que determinan la calidad armónica del producto final. Una vez derretido, el producto pasa a través de un filtro llamado "cambia malla", que permite eliminar la mayor parte de las impurezas presentes en la mezcla.

Para que el producto se siga transportando a lo largo de la extrusora, se emplea una bomba, la cual esta localizada al finalizar el tornillo de extrusión. Posteriormente se emplea un mezclador para hacer más homogéneo el producto. A continuación, el producto entra a un Dado de extrusión, donde el fluido se distribuye de manera uniforme. Este dado consta en sus extremos de varias boquillas o labios colocados horizontalmente que se encargan de darle la forma plana al producto.

Los labios están comunicados con tres rodillos colocados de manera ascendente y vertical, quienes le dan la forma de lámina y grabado al producto final, así: el rodillo inferior es móvil, y consta de un grabado superficial que permite que la lámina no se raye; el rodillo medio, es fijo, y es quien posee el grabado profundo que se va a imprimir en la lámina; y el rodillo superior, móvil y liso, se encarga de enfriar la lámina y darle su forma final.

La lámina pasa por un conveyor de caucho donde es halada hacia la sierra, la cual determina el largo de la lámina. A cada lado del conveyor hay unas cuchillas que le dan el ancho deseado a la misma. Para obtener un mayor resultado al momento de realizar este corte, la lámina debe estar a una temperatura definida, determinada por las especificaciones del producto.

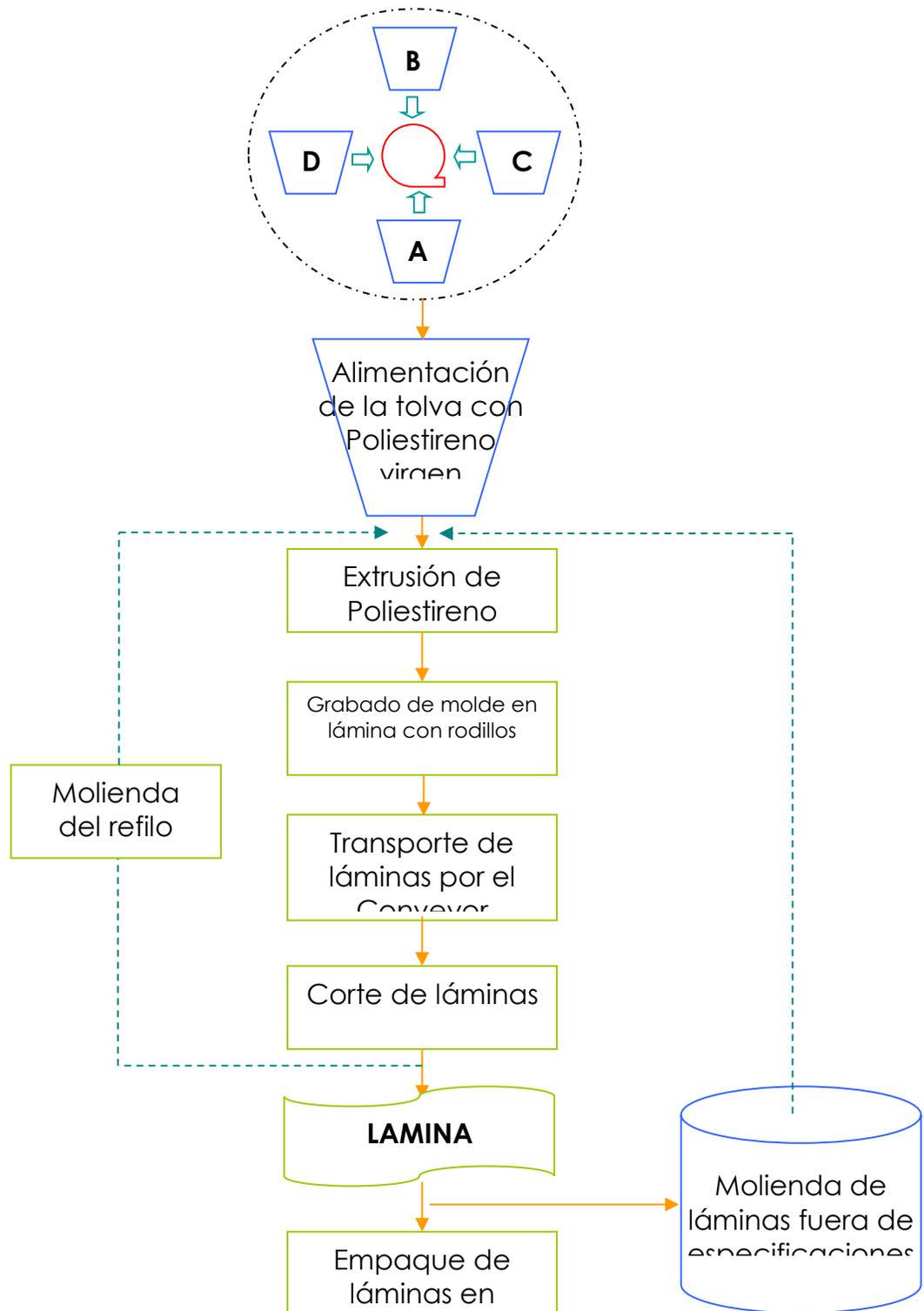
Los “refilos”, producto del dimensionamiento de la lámina, entran de forma automática a un sistema de molienda que los corta y los convierte en pellets, transportándolos posteriormente a la tolva D para su reutilización en el proceso de extrusión.

Luego de darle el ancho, la lámina llega a la zona de empaque. Un operario toma la lamina de Poliestireno, la pone sobre una caja de cartón y verifica con la ayuda de un metro, que las dimensiones obtenidas de la misma, estén acordes con los requerimientos dados por el cliente.

En caso de que la lámina sea “no conforme”, es decir, aquella lámina cuyas especificaciones no cumplan con los niveles de calidad establecidos por la planta y por el cliente, es llevada al molino donde es convertida en pellets y retroalimentada al proceso en la Tolva C.

Ver Figura 1. Diagrama Flujo del Proceso

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso



## 2.1. VARIABLES DEL PROCESO

2.1.1 Materiales. Para la elaboración de las láminas de Poliestireno entran al proceso los siguientes materiales:

- Poliestireno Virgen o Masterbatch
- Pigmento líquido

El Masterbatch es el Poliestireno que en su proceso de elaboración ha recibido pigmentación. La utilización de la materia prima bajo estas condiciones evita la utilización del pigmento líquido.

El Jefe de Compras garantiza el suministro oportuno de materias primas mediante el análisis de los puntos de reorden y las cantidades a pedir en el software de control de inventarios. Con este análisis se determinan las cantidades y fechas de despachos de las materias primas.

El recibo de materia prima a granel se hace en forma ágil y confiable a través de estaciones de descargue hacia los silos y tanques de almacenamiento.

Para cumplir con la entrega a tiempo de productos, se cuenta con un software enlazado en forma permanente vía satélite entre el departamento de ventas a nivel nacional y el departamento de producción.

2.1.2 Máquinas y equipos. Los equipos y procesos utilizados por Ajoever S.A. en la planta de láminas, son especificados y aprobados con base en

las visitas que se hacen a las ferias en donde se expone tecnología de punta a nivel mundial o mediante acuerdos de tecnología.

A partir de las recomendaciones del fabricante de cada uno de los equipos y los registros de desempeño de la maquinaria se diseña el plan maestro de mantenimiento, que cubre los diferentes programas de mantenimiento preventivo y correctivo que ayudan a asegurar la normal y continua operación de los equipos. Además, se apoya en el mantenimiento predictivo que mediante análisis de vibraciones permite conocer el estado de los equipos y poder anticipar los cambios necesarios a la programación de los mantenimientos.

Ajover S.A., verifica los resultados de sus procesos mediante, Inspección y Ensayo en sus instalaciones y no espera deficiencias en la utilización del producto.

En el proceso de producción de láminas se utilizan los siguientes equipos:

- Tolvas
- Extrusora
- Bombas
- Filtros
- Motores
- Mezcladores
- Rodillos
- Sierra
- Cuchillas

- Enfriadores

2.1.3 Mano de obra. Para la asignación de recursos entrenados, Ajoover S.A., cuenta con la evaluación del desempeño, la cual mide y analiza el cumplimiento de metas anuales y la forma como fueron ejecutadas; se identifican las fortalezas y debilidades del trabajador y se establecen los planes de mejoramiento; la evaluación de potencial en el cual se determinan las áreas en las que puede desarrollarse el trabajador a mediano y largo plazo dentro de la organización y se identifican necesidades de entrenamiento de acuerdo a los resultados de la revisión de desempeño y la evaluación de cumplimiento de los requisitos del cargo.

Además, estas necesidades de entrenamiento se complementan con base en los requisitos establecidos previamente para cada uno de los cargos de la organización descritos en el Manual de Descripción de Cargos.

El proceso de producción de láminas cuenta con tres turnos de trabajo, en los cuales hay 5 operarios por cada turno, además cuentan con el apoyo del Coordinador y con el Ingeniero de Planta.

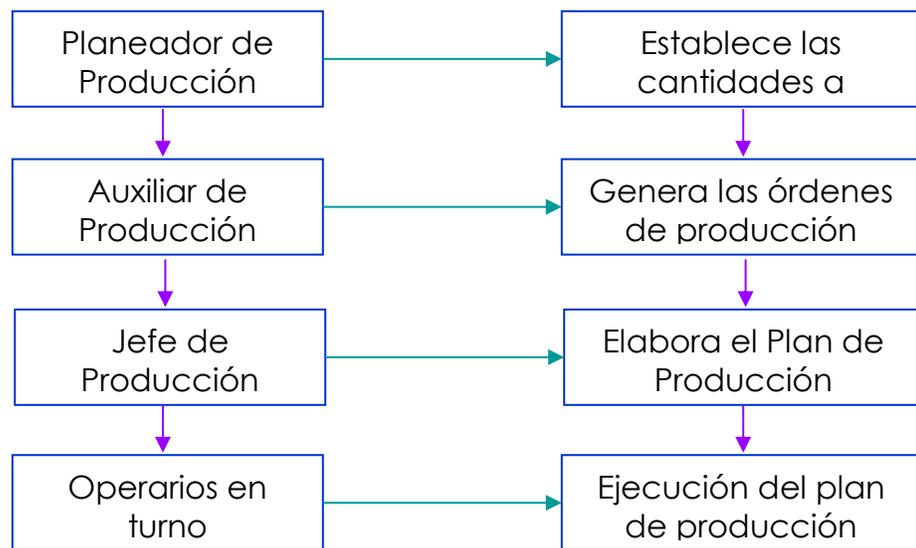
Los operadores están distribuidos, así; nueve (9) empacadores, un (1) operador de molienda, tres (3) auxiliares del proceso de extrusión y cuatro (4) operadores de extrusión.

Dentro de cada turno hay un líder que se encarga de liquidar las órdenes de producción, dirigir al grupo, asignar las tareas a cada uno de los

operarios así como también apoyarlos en su trabajo cuando estos lo requieran.

2.1.4 Medios logísticos. En la siguiente figura se puede observar como fluye la información entre cada uno de los recursos humanos asignados al proceso de producción de láminas y algunas de las funciones que tienen asignada cada integrante que participa directa o indirectamente en dicho proceso:

Figura 2. Medios logísticos



El planeador de producción que se encuentra en la ciudad de Bogotá, es el encargado de establecer la cantidad de cada referencia de láminas a producir y la prioridad de cada una dependiendo de las necesidades del departamento de ventas y de los inventarios de producto terminado disponible.

Posteriormente, el auxiliar de producción, luego de haber recibido la información del planeador de producción, procede a generar en el sistema con que cuenta la empresa, las órdenes de producción para cada una de las referencias de láminas. Esta operación es informada al jefe de producción para su posterior revisión.

Cuando el jefe de producción aprueba dichas órdenes, se dedica a elaborar el plan de producción apoyándose en un archivo en Excel que contiene las fórmulas que le permiten obtener el mejor plan de producción en donde se minimice el número de cambios de rodillos de grabados que se puedan presentar y que maximice los niveles de eficiencia con que ellos trabajan.

Por último, los operadores de turno son los responsables de ejecutar el plan de producción asignado a cada corrida. Cada turno cuenta con un líder que es el encargado de supervisar que dicho plan se lleve a cabo de la misma manera en que fue programado así como también de revisar si la materia prima y el material de empaque asignados al proceso de producción de las láminas sea suficiente.

Ajover S.A. en su búsqueda de la mejora continua y de la renovación de su Certificado de Calidad ISO 9002 que le permita garantizar a sus clientes que el producto que está ofreciendo es de excelente calidad, cuenta con una serie de máquinas y/o herramientas, equipos y laboratorios de su propiedad. Por ejemplo, Laboratorios de Metrología, donde los Instrumentistas y/o Técnicos Electrónicos realizan las pruebas de calibración de los equipos e

instrumentos de las plantas; Laboratorios de Control de Calidad, para lo cual disponen de equipos de moderna tecnología que cubren las áreas de manovacuometría, termometría, flujometría, tacometría, masas y balanzas, instrumentación electrónica multifuncional, etc., apoyándose en un sistema computarizado para la administración y control de las diferentes categorías de mantenimiento de todos los instrumentos y equipos

2.1.5 Métodos y procedimientos. Para su proceso de producción de láminas, Ajoever S.A. cuenta con la normalización de los métodos y procedimientos de las diferentes tareas relacionadas a éste, apoyándose en el Certificado de Calidad ISO 9002. Dada la complejidad y extensión de dichos métodos y procedimientos, a continuación solo se enunciarán algunos de ellos:

- Sistema de enfriamiento de rodillos laminadores
- Arranque extrusora de láminas
- Limpieza de filtro
- Cambio de rodillo lámina inferior
- Cambio de producto y color
- Ajuste del rodillo
- Ajuste y limpieza del dado
- Programación del procontrolador
- Entrega y recibo de turno
- Empaque de láminas de división y difusor de luz
- Cambio de labio
- Transporte y almacenamiento de rodillos cromados

- Mantenimiento Preventivo y productivo

2.1.6 Medio ambiente. Para evitar la contaminación de los productos con agentes químicos, físicos y microbiológicos, Ajoever S.A. controla los procesos de producción bajo condiciones de higiene y salubridad. Las condiciones de higiene de las instalaciones y del personal se controlan aplicando los procedimientos que se encuentran descritos en un manual de normas de higiene con que cuenta la empresa.

Ajoever S.A., garantiza la seguridad de sus empleados y de las operaciones mediante la aplicación de normas de seguridad e higiene industrial indicadas en cada uno de los procedimientos instruccionales utilizados por las diferentes áreas de la empresa.

En el proceso de producción de láminas, se puede identificar un factor muy influyente en el resultado del desempeño de las tareas; este factor es el ruido.

Las máquinas y equipos que intervienen en el proceso de elaboración de láminas producen demasiado ruido, el cual puede llegar a perturbar a largo plazo, el desempeño tanto del recurso humano como del proceso mismo. Para darle solución a este problema, ya se ha empezado a trabajar en proyectos de aislamiento de maquinaria y equipos con el fin de minimizar lo mayor posible esta variable.

### **3. DIAGNOSTICO DE LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS**

Para llevar a cabo el proceso de planeación, programación y control de la producción, el planeador de producción revisa el inventario de cada referencia con el fin de conocer el nivel de inventario actual. Esto, acompañado del promedio de ventas mensual de los últimos doce (12) meses, le permite establecer cuales referencias se deben producir para mantener un (1) mes de inventario que es la política instaurada por la empresa.

Una vez el planeador identifica las necesidades de producción del producto terminado, solicita al auxiliar de producción vía e-mail la generación de las ordenes de producción en el sistema, informando a su vez al jefe de producción de la planta.

Para la generación de las órdenes de producción, el planeador envía las referencias de los productos y la cantidad a producir al auxiliar de producción con copia al jefe de producción y al coordinador de la planta. El auxiliar de producción es el encargado de generar una orden de producción por cada referencia.

Posteriormente el auxiliar de producción informa vía e-mail al planeador con copia al jefe de producción y al coordinador de la planta el consecutivo asignado a cada orden de producción.

El Jefe de Producción debe revisar que las órdenes de producción generadas permitan la máxima eficiencia de la planta, cumpliendo con el estándar de cambios ideales de productos, y el de corridas mínimas que hasta el momento es 240 láminas/ corrida, para que no existan corridas muy cortas y esto afecte la eficiencia de la misma.

Simultáneamente, el planeador de producción le envía al coordinador de la planta un archivo que contiene las prioridades de producción, las cuales se deben programar con anterioridad sin importar el rodillo de grabado que esté colocado en la extrusora luego de la última corrida de producción que se haya dado.

El Plan de Producción debe ser elaborado de tal forma que cumpla con la secuencia ideal de cambios de rodillos, la cual ha sido establecida con el fin de lograr un mejor aprovechamiento de los recursos. Teniendo en cuenta ésta secuencia, el coordinador de la planta, que es el encargado de elaborar el Plan de Producción, procede a ingresar en su base de datos de excel las órdenes de producción requeridas, de donde se obtiene el Plan de Producción de la planta de láminas. Esta base de datos consiste en una serie de fórmulas que previamente han sido estudiadas y evaluadas, las cuales no serán reveladas por razones de seguridad en este monografía.

Este Plan de Producción se envía al Jefe de Producción para su revisión y aprobación máximo veinticuatro (24) horas después de generadas las órdenes de producción y éste a su vez lo envía al planeador de producción quien es el encargado de mostrarlo a la presidencia.

El Planeador de Producción revisa semanalmente el plan de producción mensual de cada planta y notifica al Jefe de Producción de la misma si hay necesidad de cambios debido a nuevos pedidos o pedidos especiales de última hora.

Si los cambios propuestos por el Planeador de Producción afectan la eficiencia de la planta, se debe consultar a Gerente de Ventas para determinar si el cambio es obligatorio. Esto con el fin de conseguir la máxima eficiencia en la planta. Estos cambios se deben enviar al coordinador de la planta para que este re programe el plan de producción.

El Jefe de Producción envía el Plan de Producción mensual actualizado al Planeador de Producción en las fechas estipuladas después de analizar y efectuar los cambios propuestos.

El Planeador de Producción revisa el Plan de Producción actualizado de la planta y se lo envía a los interesados. Así mismo, debe llevar un indicador del cumplimiento del Plan de Producción, y garantizar el tamaño de las corridas de acuerdo al estándar definido en la planta.

El control del Plan de Producción se hace a diario, para verificar que los días de corrida teóricos establecidos para cada referencia en el Plan de Producción estén acordes con lo que se está presentado en la planta.

Si no hay urgencias comprometidas, el plan sigue conforme estaba estipulado; de lo contrario se varía el plan de producción y se procede a requerir su aprobación.

Ver Figura 3. Flujograma general del proceso de planeación, programación y control de la producción del proceso de láminas

SE COLOCA EL FLUJOGRAMA GENERAL DEL PROCESO PLANEACIÓN,  
PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.

### 3.1.1 Descripción de la administración del inventario

3.1.1.1 Inventario de Materia Prima. La empresa cuenta con un proceso de reaprovisionamiento de materias primas. Este proceso está definido en un software en donde se establece el punto de reorden (ROP) y la cantidad a pedir (EOQ); cuando los niveles de inventario alcanzan este punto la referencia de materia prima se dispara automáticamente en el software para ser comprada.

En el departamento compras cuenta con cuatro (4) personas las cuales dos (2) veces por semana ingresan al sistema y generan el proceso de reaprovisionamiento para ver que referencias de materias primas y/o material de empaque está listo para ser comprado.

Con el fin de agilizar el proceso de compra de material de empaque se tienen acuerdos con el proveedor en cuanto a precios y tiempos de entrega. Para las cajas el tiempo de reposición oscila de una (1) a dos (2) semanas.

El precio de las materias primas importadas, como es el caso del pigmento líquido, debe ser monitoreado constantemente con el proveedor pues el dólar varía a diario y esta es la moneda en la que se adquiere este material; por ser importada el tiempo de entrega del proveedor es de un (1) mes. El Poliestireno es suministrado por un proveedor local por lo que el tiempo de entrega es de sólo dos (2) días.

El inventario de material de empaque y materia prima es monitoreado por el jefe de compras, quien es el que establece en coordinación con el jefe de producción de la planta los puntos de reorden y la cantidad a pedir de cada referencia de acuerdo al consumo mensual de los últimos meses.

Debido a las diferentes variables externas que influyen en la producción de láminas como el estancamiento de construcción a nivel nacional y las condiciones propias del producto, los puntos de reorden y la cantidad a pedir no cumplen una formulación establecida. Este ROP y EOQ fueron definidos de acuerdo al comportamiento histórico de la planta y en concordancia con el consumo promedio mensual de las materia prima.

Estos datos no serán revelados para respetar la confidencialidad que exige la empresa.

Para que la planta cuente con lo que necesita cada vez que inicia una corrida de producción, el jefe de producción le envía al departamento de compras la información sobre las cantidades y las referencias de cajas y bolsas necesarias para la corrida. De esta forma compras realiza un paralelo entre las cantidades que se tienen en inventario y los pedidos pendientes por llegar, y así determina que proveedores debe agilizar la entrega de sus pedidos y cuales se les debe adjudicar nuevas órdenes de compras.

Para abastecer el proceso de producción el operario líder de cada turno verifica día a día que la materia prima sea suficiente para la corrida de producción; de igual forma el coordinador, cada tercer día, solicita al almacén la materia prima necesaria.

Ver Figura 4 Flujo grama general del proceso de administración del Inventario de materia prima.

SE COLOCA EL FLUJOGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN  
DEL INVENTARIO DE MATERIA PRIMA

3.1.1.2 Inventario de Producto Terminado. En el caso de los productos terminados, la planta elabora productos de acuerdo a los pedidos que realizan sus clientes, estos pueden ser nacionales o extranjeros. Para tal efecto la planta trabaja bajo un inventario de 30 días, esto con el fin de reabastecer las bodegas que tienen a nivel nacional y de esta forma ampliar su capacidad de respuesta de acuerdo a la demanda que se presente.

La compañía tiene como política mantener un mes de inventario, siendo el inventario mínimo diez (10) días, este inventario es monitoreado cada 7 días por el planeador de producción, quien se encarga de mantener los niveles de inventario a través de las ordenes de producción.

El departamento de ventas se encarga de canalizar los pedidos, ya sean de exportación o nacional. En el caso de los pedidos de exportación estos tienen como plazo de entrega 20 días, sin embargo, antes de ingresar el pedido, el departamento de ventas estudia el cubicaje para el pedido ingresado, es decir, determina la forma como será acomodado el pedido en el contenedor con productos de exportación, esto con el fin de informar al cliente como será despachado su producto. Cabe resaltar que los pedidos de exportación difieren de los nacionales en cuanto a dimensiones, colores y empaque.

Cuando el pedido es nacional el tiempo de entrega varía entre ocho (8) y quince (15) días, de acuerdo al volumen del pedido, sin embargo, antes de ingresar el pedido ventas se asegura que la planta esté en capacidad de proveer lo que el cliente necesita. Para los clientes nacionales la láminas son

empacadas bajo diferentes presentaciones, ya sea en cajas de diez (10), doce (12), catorce (14) y dieciséis (16) unidades.

La planta cuenta con dos bodegas de despacho, una en Cartagena y otra en Bogotá, la ubicación del cliente determina que de que bodega será despachado el pedido.

Una vez las láminas son empacadas en las cajas, estas son apiladas una encima de la otra en un espacio adicional con que cuenta la planta en montos de cincuenta (50) cajas de doce (12) unidades aproximadamente. Cada doce (12) horas un montacargas asignado a esta planta se encarga de transportar las láminas de la planta a la bodega de despacho. Al momento de almacenar las laminas estas deben ser apiladas con cartones gruesos intermedios entre una y otra caja de tal manera que la lámina conserve su posición natural y evitar que ésta se curve.

El material con el que son fabricadas las láminas es muy resistente por lo que es muy difícil que las láminas se quiebren en el período de almacenamiento. La lámina de Poliestireno es producto con una larga vida útil, por lo que una lámina puede permanecer en inventario indefinidamente, siempre y cuando estén almacenadas bajo buenas condiciones.

La rotación de este inventario y el de materias primas puede ser monitoreada a través del software.

Ver Figura 5. Flujograma general del proceso de administración del inventario de producto terminado.

SE COLOCA EL FLUJOGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DEL INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO.

3.1.2 Capacidad de la planta. Ajoover S.A., con el propósito de ser más competitivos y en determinado momento poder responder a cualquier demanda del mercado, realiza un proceso de selección de maquinaria que aunque incluye de parte de los encargados de la compra de la maquinaria cierta visión o proyección, no es la más recomendada.

La persona encargada de realizar la compra de la máquina asiste a una serie de ferias o eventos donde se estén exhibiendo este tipo de productos. Cuando tiene identificadas las maquinarias o equipos que está buscando estudia la capacidad instalada de cada una. Si consigue que una de las máquinas de mayor capacidad puede adquirirla al mismo precio que la otra de menor capacidad, simplemente la compra, sin importar si se va o no a utilizar completamente la capacidad que tenga instalada esa maquinaria.

Luego de haber realizado la compra de la maquinaria, el jefe de producción junto con el coordinador de la planta y los respectivos líderes de turno realizan una serie de estudios y prácticas con el fin de averiguar cual es lo máximo que pueden producir de cada referencia. Estas pruebas se realizan para establecer la mejor forma de aprovechar la materia prima involucrada en el proceso y los trazar los niveles de eficiencia y eficacia con los que trabajan.

En estos momentos la planta está en capacidad de procesar 1000 Kg/h, es decir, que aproximadamente en una hora están saliendo de la extrusora 160 láminas listas para ser empacadas y almacenadas. Esto, para el personal

de producción representa altos niveles de eficiencia ya que están obteniendo lo máximo que pueden producir de cada referencia como se explicó anteriormente. Pero, cuando hablamos de capacidad bruta o de utilización de la capacidad instalada de la máquina, observamos que está siendo subutilizada pues sólo se obtiene el 25% de su aprovechamiento debido a la falta de pedidos por parte de los clientes y además hay que tener en cuenta que el sector de la construcción no se ha reestablecido.

Por otro lado, si queremos hablar de la capacidad del proceso, es decir, si el proceso es capaz o no, de generar productos que estén dentro de las especificaciones expresadas por el cliente, tenemos que entrar a evaluar una serie de agentes que nos permitan emitir una conclusión acerca de esto. Algunos de éstos son: Límite inferior y superior de especificación, tolerancia especificada, distribución normal de los datos, Media aritmética y Rango de los datos analizados, entre otros.

Este análisis no fue posible de realizar, debido a la restricción de información que se tuvo por parte de las personas que nos colaboraron en la empresa. Además, las constantes paradas en la planta que se han realizado por falta de pedidos de los clientes, hicieron que fuera difícil la toma de datos para su análisis.

Independientemente de estos inconvenientes y de la escasa información con que contamos, hemos querido emitir un concepto y es el siguiente: “El proceso es lo suficientemente flexible para producir cualquier tipo de lamina con cualquier tipo de grabado y dimensión que sea requerida por sus

clientes.” Es decir, que dentro de nuestro punto de vista el proceso es capaz.

3.1.3 Indicadores operativos. La planta cuenta en estos momentos con indicadores de eficiencia, los cuales están directamente relacionados con la adecuada asignación de los recursos al proceso; el departamento de ventas se encarga de los indicadores de eficacia que son el resultado de la relación entre el producto y la satisfacción del cliente.

3.1.3.1 Volumen de Producción de Láminas. Este indicador muestra mes a mes cuantos kilogramos de producto han sido procesados, lo que permite comparar con los indicadores de meses y años anteriores el rendimiento de la planta. Para tal efecto el coordinador de la planta se encarga de llevar el indicador día a día.

3.1.3.2 Eficiencia Bruta y Eficiencia Neta. Estos indicadores permiten a la planta conocer la capacidad operativa de la planta mes a mes. Eficiencia neta resulta de la relación entre la producción total del mes y la producción ideal, (%); por otro lado, la eficiencia Bruta relaciona los kilogramos de producto entregado, lo que incluye los kilogramos de refilo, el polvillo generado y los kilogramos empleados en la purga, todo esto dividido entre una constante establecida por la planta en términos de kilogramos por día por el número de días del mes estudiado.

- 3.1.3.3 Scrap no estándar. El scrap no estándar relaciona todo el material que en algún momento fue utilizado en el proceso, este material puede ser molido de lámina reprocesable, barrido y tortas. Este indicador no debe ser superior al 5% del peso de la corrida mínima, lo que equivale a 75 kilogramos.
- 3.1.3.4 Scrap no reprocesable. El Scrap no reprocesable es resultado de aquel material que fue empleado en el proceso y por sus condiciones no puede ser reintegrado, ya que causarías graves problemas en la extrusora. Este indicador no debe ser superior al 0,6% del total de la corrida mínima.
- 3.1.3.5 Indicador de Calidad. El indicador esta directamente relacionado con la satisfacción del cliente, debido a que relaciona los kilogramos devueltos con los kilogramos vendidos; de esta forma se sabe el número de láminas vendidas fuera de especificaciones.

### 3.2 DIAGNOSTICO

Luego de revisar detalladamente los procesos que intervienen en la planeación, programación y control de la producción, consideramos que la empresa se encuentra organizada, en cuanto a los procesos y procedimientos propios del área operativa, ya que el certificado ISO le permitió contar con la normalización de sus procesos.

Observamos que el proceso de planeación, programación y control de la producción se encuentra incompleto, debido a que no cuenta con información detallada de los costos de producción. De esta manera podemos afirmar que la empresa no cuenta con un plan maestro de producción, el cual por medio de estrategias de producción busca disminuir los costos del plan haciendo más productiva la planta.

Se puede decir, que la empresa tiene un error de criterios, debido a que lo que ellos llaman plan de producción es realmente la programación de la producción, puesto que hace referencia a la producción diaria en términos de tiempo de duración por referencia. Dicho proceso aún le falta coordinación debido a que intervienen muchas personas, las cuales en determinado momento dejan de tener conocimiento de la secuenciación del proceso. El caso puntual al cual apunta la observación anterior es el hecho de que el planeador de producción al enviar las prioridades de producción no tiene conocimiento sobre el rodillo que quedó en la planta en la última corrida, hecho que dificulta la programación de las prioridades de producción.

La planta no cuenta con un mecanismo para hacer la adecuada planeación de la capacidad, en todo casos deberá usarse en aquellos productos que como el material de empaque tienen una demanda dependiente.

Consideramos que el nivel de reorden y la cantidad a pedir de cada uno de los productos requeridos, no están determinados de la mejor forma, por lo cual es importante que sean establecidos bajo un modelo de control de inventarios

#### **4. RECOMENDACIONES GENERALES**

La manera de administrar los recursos productivos es crucial para el crecimiento estratégico y la competitividad. La gerencia de operaciones comprende el diseño y control de los sistemas responsables del uso productivo de materias primas, recursos humanos, equipos e instalaciones para el desarrollo de un producto o servicio.

A lo largo del estudio de los procesos productivos se han identificado varias prioridades básicas en las operaciones, estas incluyen costos, calidad y confiabilidad del producto, velocidad de entrega, confiabilidad en la entrega, capacidad para afrontar cambios en la demanda, flexibilidad y velocidad de introducción de nuevos productos.

Basadas en estas prioridades se definieron dos puntos claves que pueden ayudar a la planta a ser más productiva, como son la utilización de un plan de producción maestro que incluya los costos de producción, dado que en la actualidad no se utilizan, asimismo es importante que este plan de producción este soportado en un sistema que permita planear la capacidad especificando cuando debe colocarse la producción y las ordenes de compra para la elaboración de los productos programados en el plan de producción, a este sistema se le llama MRP.

El diagnóstico del proceso productivo, los procesos alternos y la capacidad de la planta nos lleva a pensar en la viabilidad de implantar un sistema de gestión tipo "Justo a tiempo" en la planta de láminas.

#### 4.1 PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP)

El principal propósito del plan total es especificar la combinación óptima de la tasa de producción, nivel de fuerza laboral y del inventario disponible. La tasa de producción se refiere al número de unidades terminada por unidad de tiempo. El nivel de fuerza laboral es el número de trabajadores necesarios para la tasa de producción. El inventario disponible es el saldo del inventario no utilizado traído desde el período anterior.

Consideramos importante que la planta adicione a su plan de producción actual, los costos pertinentes en todo plan de producción como son: los costos básicos de producción, los costos asociados a los cambios en la tasa de producción, los costos de mantenimiento de inventario y los costos de los pedidos pendientes por cumplimiento.

El plan de producción propuesto no cuenta con información real sobre los costos, por razones de confidencialidad, sin embargo, para que la empresa tenga conocimiento de la mecánica utilizada, se determinaron ciertos costos y se hizo la planeación de la producción para los kilos producidos por mes, lo cual permitirá conocer la disponibilidad de materia prima mes a mes, así como el tamaño mensual de la corrida de producción. Este mismo estudio no se realizó para los productos terminados, debido a que no se cuenta con la información del promedio de ventas y los costos de cada una de las referencias que utiliza el planeador para pronosticar la demanda de sus clientes. No obstante el funcionamiento es el mismo.

Tabla 1. Demanda supuesta y días de trabajo

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Proyección de la Demanda	115887	147804	165615	75716	165615	140388
Número de Días de Trabajo	23	24	27	14	27	25

Tabla 2. Costos

Producir una lámina	\$ 20,000
Mano de Obra	\$ 350,000
Contratación	\$ 768,000
Despido	\$ 1,005,000
Inventario	\$ 10,000
Escasez	\$ 20,000
Lineal	\$ 15,000

Tabla 3. Requisitos para la Planeación de producción

Inventario Inicial	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Proyección de la Demanda	115887	147804	165615	75716	165615	140388
Reservas de Seguridad	150	150	150	150	150	150
Requerimientos de producción	116037	147954	165765	75866	165765	140538
Inventario Final	1650	1650	1650	1650	1650	1650

A continuación se mostrará como sería la planeación agregada para la planta de láminas. Cabe resaltar y como se estipuló anteriormente, por seguridad la empresa no reveló los costos de manejo del inventario y de escasez por lo que hemos decidido realizar un ejemplo de lo que sería un plan de planeación de producción para la planta de láminas.

<sup>1</sup> BLANCO, Luis Ernesto. Planeación del sistema de producción. Bogotá. 2002. Pág 45

Para la elaboración de plan de producción nos basamos en las diferentes estrategias de planeación de la producción. Antes de investigar los planes de producción alternativos es conveniente determinar los requerimientos de producción, los cuales son mostrados en la tabla 4. En la tabla estos requerimientos suponen de manera implícita que la reserva de seguridad nunca se utiliza realmente, de manera que el inventario final de cada mes es igual a la reserva de seguridad para ese mes. Cabe resaltar que el método utilizado para el desarrollo de los planes de producción mostrados a continuación el método de ensayo y error.

Para el plan de producción número uno (1) mostrado en la tabla 4. Establece que se debe producir para obtener requerimientos de producción mensual exactos mediante el uso de un turno regular de doce (12) horas variando el tamaño de la fuerza laboral.

El plan dos (2) mostrado en la tabla 5. Busca producir para satisfacer la demanda promedio prevista durante los seis meses siguientes, manteniendo una fuerza laboral constante. Este número constante de trabajadores se calcula encontrando el número promedio de trabajadores requeridos cada día durante el horizonte de planeación. Para tal efecto se toman los requerimiento de producción totales y se multiplica por el tiempo requerido para producir 6.28 kg, lo cual equivale a una lámina. Luego esta cifra se divide entre la sumatoria total de días trabajados y se multiplica por las doce (12) horas que tiene un turno. De esta manera:

$$(811,925 \times 0.011112) / (140 \times 12) = 5.37 \approx 5$$

El plan número tres permite producir para satisfacer la demanda mínima prevista, la cual se presenta en el mes de abril, utilizando una fuerza laboral constante en el tiempo regular. Subcontratar par satisfacer los requerimientos de producción adicionales. El número de trabajadores se calcula ubicando el requerimiento de producción mínimo mensual y determinando el número de trabajadores que serían necesarios para ese mes, Así:

$$(75866 \times 0.011112) / (14 \times 12) = 5.017 \approx 5$$

Se subcontratará cualquier diferencia mensual que exista entre los requerimientos y la producción.

Cabe resaltar que los planes de producción desarrollados a continuación permiten observar tres (3) de las factibles soluciones a presentarse en dicho problema. Sin embargo, sabemos que para saber el óptimo del plan de producción son utilizadas herramientas ingenieriles como programación lineal. Para hacerlo más entendible al personal de la planta decidimos hacerlo por el método de ensayo y error. Para este caso particular la mejor solución es presentada en el plan número tres (3) que es mostrado en la tabla 6. debido a que es el plan donde el costo total es menor.

Es importante tener en cuenta que los datos sobre los costos de mantener inventario, escasez, despido y contratación, no fueron revelados por la empresa por razones de seguridad, por tal razón y para esquematizar el funcionamiento del plan maestro de producción estos datos fueron supuestos.

SE COLOCA PLANES DE PRODUCCIÓN

## 4.2 PLANEACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES - (MRP)

La mecánica básica del MRP (Material Requirements Planning)<sup>2</sup> consiste en trabajar de atrás hacia delante un programa de producción de un producto de demanda independiente para obtener programas para componentes de demanda dependiente, como es el caso del material de empaque de la planta de láminas. El MRP adiciona el eslabón entre la demanda independiente y dependiente que hace falta en los sistemas de punto de re-orden estadístico. El MRP por ser un sistema de empuje permite calcular los programas de lo que se debe presionar dentro de la línea basada en la demanda.

Los principales propósitos de un sistema básico MRP son controlar los niveles de inventario, asignar prioridades operativas para los artículos y planear la capacidad para cargar el sistema de producción.

Consideramos es indispensable realizar un MRP con el material de empaque utilizado en la planta, debido a que la velocidad a la que trabaja la planta amerita la rapidez de los proveedores, sobretodo cuando los productos son de exportación.

Para hacer efectiva la elaboración del MRP en la planta de láminas, se tomó la cantidad de cajas demandada por el área de producción de Enero a Diciembre del año 2001. No se incluyeron los datos del presente año, debido a que la planta a medidos del 2002 comenzó a prepararse para afrontar el traslado de sus instalaciones por lo que para mantener el inventario durante

<sup>2</sup> BLANCO, Luis Ernesto. La cruzada MRP. Bogotá. 2002.

el mes planeado de traslado tuvieron que aumentar su eficiencia a un 85% de su capacidad bruta, de esta forma los datos del presente año resultan ser atípicos para el caso presentado.

Hasta el momento la planta no cuenta con un sistema MRP para la entrega de material de empaque, por lo que en ocasiones los retrasos de los proveedores producen a su vez retrasos en el plan de producción.

Para empezar es necesario hacer la descripción completa del producto o lista de materiales, enumerando no sólo los materiales, las partes y los componentes, sino también la secuencia según la cual se crea el producto.

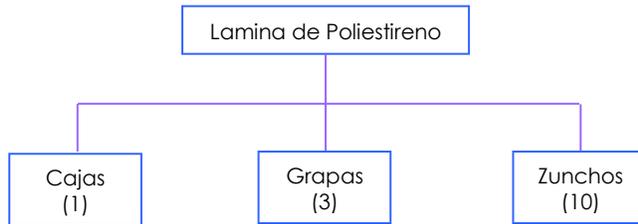
Nota: Para efectos de este Plan (MRP), se tomó como base que una lámina de Poliestireno corresponde a un lote de 12 láminas de Poliestireno, ya que como se ha mencionado anteriormente, éstas son empacadas en lotes de 12 unidades.

Esto quiere decir que para empacar una lámina de Poliestireno se necesitan: 0.08 cajas, 0.83 mts de zuncho y 0.25 grapas para zunchos.

Para empacar un lote de láminas de Poliestireno (12 láminas) se necesitan: 1 caja, 10 mts de zuncho y 3 grapas para zunchos.

Ver Figura 6. Lista de Materiales

Figura 6. Lista de Materiales



**Tabla 7.** Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP)

En las siguientes tablas se muestran los datos que se utilizaron para la elaboración del MRP.

Tabla 8. Datos iniciales

Mes	Demanda (Kg)	# Laminas	Semana	Lam/sem	Req Z	Req C	Req G
Enero	115,887	18,453	4	4373	3644	364	1093
Febrero	147,804	23,536	4	5884	4903	490	1471
Marzo	165,615	26,372	4	6593	5494	549	1648
Abril	75,716	12,057	4	3014	2512	251	754
Mayo	165,615	26,372	4	6593	5494	549	1648
Junio	140,388	22,355	4	5589	4657	466	1397

Tabla 9. Inventario inicial y tiempos de entrega del proveedor

Inventario	Inv. Inicial	Lead time
Laminas	240	1
C	30	1
G	90	2
Z	300	2

Tabla 10. Costos

Material	Costo/unid	Costo total
C	\$ 5000	\$80,130,000,00
G	\$ 2000	\$168,886,000,00
Z	\$ 1000	\$241,468,000,00
Laminas	\$ 10000	\$9,600,000,00
<b>Costo total</b>		<b>\$500,084,000,00</b>

En la Tabla 9 se encuentran registrados los datos de los valores de la demanda que se obtuvieron del Plan Maestro de la Producción (PMP) elaborado anteriormente. Estos datos de la demanda pronosticada están

dados en Kg, los cuales para efectos de este Plan se convirtieron en número de láminas (demanda/6.28 Kg, siendo 6.28 Kg el peso de cada lámina). Los valores de los requerimientos de Z, G, y C son el resultado de multiplicar el número de láminas por semana por el número de unidades que se requieren para empacar una lámina (12 láminas) dividido entre las doce láminas.

Para calcular los requerimientos de materiales (Z, C y G) que se necesitan para empacar el lote de láminas no se utilizó la forma tradicional (multiplicar el requerimiento de láminas por el número de unidades que se requieren de algún material, ejemplo: para el mes de enero se necesitan producir 4373 láminas. Entonces, para calcular el valor de lo requerido en cajas, se multiplicaba el número de cajas (1) por el número de láminas (4373), esto nos daba como resultado que se necesitaban pedir 4373 cajas para empacar las 12 láminas, y esto no es cierto; para empacar las doce láminas se hizo una relación en donde se multiplicó el número de láminas (4373) por el número de unidades requeridas para su empaque (1 caja) y se dividió entre doce (12) que es número del lote con que se está trabajando. Este mismo procedimiento se realizó para los demás materiales de empaque como se muestra en las tablas 8 y 9.

En la Tabla 10, se encuentran los datos de los inventarios iniciales con que se trabajaron en la elaboración de este plan, así como también los tiempos de entrega del material de empaque acordados entre el proveedor y el departamento de compras de la empresa.

Por último, en la Tabla 11, se muestran los costos de mantenimiento del inventario tanto de las láminas como del material de empaque (cajas, zunchos y grapas) y los costos totales resultantes que arroja el Plan de los Requerimientos de Material (MRP). Estos costos se calcularon de la siguiente manera: sumatoria de la multiplicación del costo de inventario de lámina y/o material de empaque por la cantidad de inventario a la mano con que se cuenta por el número de veces que se repite ésta cantidad. Ejemplo:

$$\begin{aligned} &\text{Costo total} \\ &\text{del inventario} = (\$10.000 \times 240 \times 4) = \$ 9.600.000.00 \\ &\text{de láminas} \end{aligned}$$

Queremos resaltar nuevamente, que algunos de los datos utilizados en la elaboración de este plan no nos fueron suministrados por la empresa y por esto se tuvieron que suponer muchos de ellos, como es el caso de los costos de mantenimiento del inventario, los tiempos de entrega de los proveedores (Lead time) y los inventarios iniciales de cada material y de las láminas.

Finalmente, aunque no se haya trabajado con datos reales sino con supuestos, es recomendable que la empresa implemente este tipo de planes que le permitirán tener un mayor control tanto de su producción y de sus inventarios como de sus proveedores.

### 4.3 PRODUCCIÓN JUSTO A TIEMPO

Esta filosofía Industrial plantea la eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución. Entre sus componentes básicos se encuentran equilibrio, sincronización, flujo y calidad. Lo anterior implica tener una carga fabril uniforme en términos de tiempo de ciclo, carga nivelada, ritmo de producción y frecuencia, esto conlleva contar con una fuerza laborar capacitada y con enfoque de mejoramiento continuo. El método justo a tiempo también se basa en la lógica de que nada se producirá hasta que se necesite, se estaría hablando de un sistema de producción Pull, el cual es una manera de conducir el proceso fabril en forma de que cada operación, comenzando por despachos y remontándose hasta el comienzo del proceso, va halando el producto solamente cuando lo necesite. La necesidad se crea por la demanda real de un producto.

El método justo a tiempo <sup>3</sup> identifica siete (7) tipos de desperdicios que deben eliminarse, entre los que se encuentra la sobreproducción, el desperdicio de tiempo de espera, desperdicio de transporte, desperdicio de inventario, desperdicio de procesamiento, desperdicio de movimiento y desperdicio proveniente de los defectos del producto.

En términos generales la planta cuenta con muchos de estos factores pues hasta el momento posee un proceso productivo bastante estable donde el tiempo de ciclo varía muy poco. La planta trabaja con un plan de producción mensual, es importante que se estipule una tasa de producción

<sup>3</sup> CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas; JACOBS Robert. Administración de producción y operaciones. Bogotá. 2002. Pág 322

estable, que estos momentos está en 240 láminas, esto se puede hacer fabricando bajo la secuencia ideal de cambios, con que cuenta la planta y estableciendo cantidades mínimas de corrida, de esta forma siempre se tendrán una combinación total disponible para responder a las variaciones de la demanda.

Gracias al esfuerzo de la empresa por mejorar continuamente, la planta cuenta con una fuerza laboral lo suficientemente capaz de sortear los problemas de tipo operativo que puedan presentarse en ejecución del proceso. Además se hace bastante énfasis en que las cosas se deben hacer bien desde el principio y si algo sale mal, se detiene el proceso.

La planta cuenta con capacidad ociosa, razón primordial por la que se debe pensar en trabajar bajo pedido. Para tal efecto se requiere que la labor de ventas sea bastante ardua de tal manera que hale constantemente el sistema para la fabricación de los pedidos. Actualmente la empresa hace esto con los pedidos del exterior, conocen a sus clientes, saben que piden y como lo piden, les faltaría determinar con que frecuencia y en que épocas introducen el pedido para preparar la planta. La producción bajo pedidos incluiría entonces la eliminación de casi la totalidad del inventario lo que ahorraría enormemente los costos y haría el producto mucho más rentable.

Adicionalmente el departamento de compras deberá establecer convenios con proveedores únicos, que a su vez estén en capacidad de entregar justo a tiempo y que se comprometan a cumplir las fechas de entrega pactadas en el convenio. En este caso sabemos, que las

condiciones de la industria en Colombia no son las mejores por lo que la gestión de compras se dificultaría, por eso no parece una buena opción trabajar con proveedores que no tengan muchos clientes por lo cual el servicio a la empresa sería lo más personalizado posible. En estos convenios se deberá establecer los precios fijos durante periodos de tiempo largos. Igualmente es importante estudiar el consumo mensual de insumos y proyectarlos a un año de tal manera que el proveedor tenga conocimiento de la cantidad que tiene que despachar mensualmente, y en caso de presentarse cambios este deberá ser comunicado con anterioridad.

#### 4.4 SISTEMA DE MANEJO DEL INVENTARIO

Actualmente el proceso no cuenta con un sistema para el manejo del inventario. Los puntos de reorden y la cantidad a pedir están definidos por el comportamiento histórico de la planta, lo que hace que en ocasiones los insumos no sean suficientes para suplir las necesidades de la planta.

Un sistema de inventario provee la estructura organizacional y las políticas operativas para mantener y controlar los bienes que se van a almacenar. El sistema es responsable de ordenar y recibir los bienes, de coordinar la colocación de los pedidos y de rastrear lo que se ha ordenado.

Para el caso de la planta recomendamos la utilización de un modelo probabilístico de cantidad fija con un nivel de servicio específico<sup>4</sup>. Este modelo monitorea de forma constante el inventario y coloca un nuevo pedido cuando las existencias alcanzan el nivel (R) o nivel de reorden.

Ver figura 7. Modelo de Cantidad Fija de Pedido

Al construir cualquier modelo de inventario, el primer paso es desarrollar una relación funcional entre las variables de interés. En este caso, dado que el costo representa una preocupación se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo anual de Compras} + \text{Costo anual de los pedidos} + \text{Costo anual de mantenimiento}$$

<sup>4</sup> CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas; JACOBS Robert. Administración de producción y operaciones. Bogotá. 2002. Pág. 593

CT = Costo total

D = Demanda Anual

C = Costo por unidad

$Q_{Opt}$  = Cantidad a pedir

A = Costo de colocación de un pedido

R = Punto de Reorden

L = Tiempo de Entrega

H = Costo anual de mantenimiento y almacenamiento

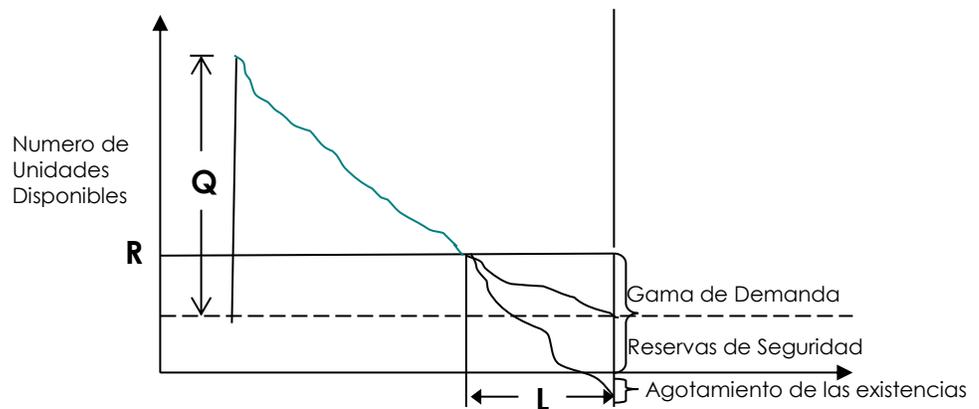
$d$  = Demanda promedio diaria

$$CT = DC + D/Q \times S + Q/2 \times H$$

$$Q_{Opt} = (2 DA/H)^{1/2}$$

$$R = d L + \bar{Z}\sigma_L$$

Figura 7. Modelo de Cantidad Fija



Un pedido se coloca cuando la posición del inventario cae al punto de un nuevo pedido R. Durante el plazo (L), se hace posible una gama de demandas. Esta gama esta determinada ya sea con base en los datos de la demanda pasada o en un cálculo (si los datos pasados no están

disponibles). La cantidad de reserva de seguridad depende del nivel de servicio deseado; el agotamiento de existencias se presenta durante el tiempo que transcurre en que se realiza el pedido y el momento en que éste se recibe.

#### 4.5 RECOMENDACIONES GENERALES

Para empezar es importante tener en cuenta que por los años de trayectoria de la empresa en el sector empresarial, los conocimientos adquiridos en el manejo de su negocio le han sido muy beneficiosos.

El certificado de calidad ISO 9001 le ha ayudado a la empresa a inculcar en su personal la importancia de la documentación en los procesos, este factor ha sido de primordial ayuda para la realización de esta monografía.

En busca de la mejora de proceso productivo de la planta de láminas consideramos conveniente se tengan en cuenta las siguientes apreciaciones:

Al empacar las láminas estas son colocadas en grupos de doce (12) unidades, en una caja de cartón corrugado de 125 x 185 cms. Estas cajas son útiles cuando las láminas empacadas tienen una dimensión de 120 x 180 cms; no obstante, hay casos en los que las dimensiones son mucho más pequeñas, lo que hace que las cajas pierdan su utilidad, y por ende al almacenarlas se pierda espacio. Por esta razón le recomendamos hacer un estudio, por medio del cual determinen las dimensiones más adecuadas que deben tener las cajas para una mayor utilización del área de almacenamiento. En busca de menores costos, sólo si desean, pueden hacer nuevas cajas para aquellas dimensiones de láminas que tenga mayor rotación y que estén por debajo del tamaño usual en las cajas.

Inclusive nos parece una mejor opción que en lugar de utilizar cajas como material de empaque, entreguen el producto paletizado, debido a que los clientes son mayoristas y al final entregan el producto por unidades a sus clientes finales, lo que hace que el uso de las cajas pierda validez. Con esta opción se ahorrarían los costos no sólo de las cajas sino de los zunchos y las grapas metálicas necesarias para la fijación de los zunchos.

Al llevar a cabo el proceso de producción en ocasiones debe suspenderse al ingresar un pedido del exterior, lo cual se traduce en elevados costos de alistamiento, por tal razón recomendamos en primer lugar que el departamento de ventas estudie detenidamente el comportamiento de compras de sus clientes del exterior, con lo cual podrán determinar con que frecuencia realizan los pedidos y así ingresar estas necesidades al pronóstico de la demanda, lo que evitaría las paradas imprevistas en la programación de producción.

En segundo lugar nos parece saludable para el proceso fabricar una lámina cuyas dimensiones sean lo suficientemente grandes y múltiplo de las que ya se elaboran. Esta medida evitaría parar tan seguido el proceso, utilizando este tiempo en la producción de láminas que tengan mayor salida. El grabado de esta lámina por ende debe ser aquel que tenga menor rotación y el color será aquel que sea más solicitado por los clientes. Ya que la planta trabaja a un 25% de su capacidad bruta estas láminas podrán ser fabricadas una vez se termine la corrida de producción mensual.

Por otro lado, observamos que al empacar las láminas en estas son colocadas tres (3) tipos de etiquetas.

La etiqueta número uno (1) lleva el logotipo de Ajoever y el grabado de la lámina, la etiqueta número dos (2) informa el lote, el código de la lámina y la orden producción, y la etiqueta número tres (3) se coloca en la caja y estipula la clase de lámina que va en el interior de la caja y el número de unidades.

Nuestra recomendación consiste en unir la etiqueta uno y dos en una sola etiqueta, pues al final la dos contienen la misma información. Esta nueva etiqueta debe contener el logotipo de Ajoever, el lote, la orden de producción y el grabado de la lámina.

Por otro lado, si se desea seguir utilizando las tres etiquetas, nos parece aconsejable eliminar de la etiqueta uno la información sobre el grabado de las láminas, ya que la etiqueta dos contiene ésta información la cual se identifica en el código. Con ésta modificación se estarían ahorrando costos en los inventarios de la primera etiqueta ya que no existiría una etiqueta número uno para cada grabado sino un solo inventario de ésta etiqueta para todos los grabados.

Otra propuesta que puede ser viable, es la utilización de un sello que reemplace la etiqueta que es colocada en las cajas (3). Este sello puede contener el logotipo de Ajoever S.A., el número del lote de producción, la orden de producción asociada a la referencia y la referencia de las láminas que están contenidas en esa caja. El sello estaría compuesto por números rotativos los cuales a medida que van avanzando de códigos, referencias, ordenes de producción y lotes se van cambiando manualmente. Esta propuesta también ayudaría a disminuir los

costos que incurren en el almacenamiento de las etiquetas a reemplazar y los costos por la compra de la misma.

Para la realización del plan de producción propuesto, se manipularon los datos sobre la demanda de laminas de años anteriores, por tal razón nos pudimos dar cuenta que algunas de las laminas tienen muy poca rotación, lo cual nos parece raro puesto que el diseño de estas láminas cuenta con todo para ser agradable a los ojos de los clientes, por esta razón nos parece fundamental que el área de mercadeo de la empresa enfatice sus esfuerzos en estos productos. Adicionalmente la publicidad ofrecida para la comercialización de las láminas es poca. La página Web de Ajoever no hace referencia a la producción de láminas, entendemos que esta sección pueda estar en construcción, pero se puede colocar una nota informativa sobre las láminas y aclarar que en el momento la página se halla en construcción. Por otro lado, el catálogo de productos se encuentra desactualizado, en el momento han introducido al proceso otros colores que no han sido adicionados al catálogo de productos como es el caso del color caramelo y el rosado. Asimismo encontramos que hay colores que no son muy solicitados por los clientes, de los cuales se debería parar la compra y estudiar la viabilidad de nuevos y novedosos colores.

Las características propias del producto hacen que estén tenga poca rotación, pues la vida útil del mismo es bastante extensa. Por tal razón y para darle perspectiva se debe realizar un análisis donde se estudie la posibilidad de ampliar la gama de productos flexibilizando la producción.

En el momento la empresa cuenta con una bodega habilitada para despacho, la cual se encuentra en la ciudad de Bogotá. Actualmente los pedidos son fabricados en Cartagena y enviados a Bogotá para ser despachados, esto proceso nos parece demasiado costoso, por tal razón se deben iniciar los tramites para habilitar la bodega de despacho de Cartagena.

## 5. CONCLUSIONES

Se debe aclarar ante todo que la empresa se encuentra organizada al nivel de contar con procesos y procedimientos normalizados y documentados. Esto les ha dado a los empleados una mejor visión de la forma como se deben hacer las cosas, lo que además permite que una mejor toma de decisiones. Los operadores que laboran en el área de láminas son plenamente instruidos en el proceso por medio de capacitaciones constantes.

Es importante que la empresa normalice el proceso por medio del cual se lleva a cabo la planeación, programación y control de la producción y del inventario. Esta monografía le permitirá tener un mejor conocimiento del proceso que se lleva a cabo al interior de la empresa, por lo que es necesario que una vez considerado el procedimiento expuesto, se determine el alcance de cada una de las personas involucradas en el mismo, eso evitará faltas de comunicación posteriores. La parte del proceso que se realiza en Bogotá debe ser estudiada detenidamente por la empresa, debido a que en Cartagena se está recibiendo información que no es del todo clara para las personas que la manejan.

A lo largo de la monografía se planteó el hecho de poner en funcionamiento una estrategia de producción del tipo “Justo a Tiempo”, la cual por medio de ciertos ajustes puede comenzar a ser utilizada por la planta, esto complementado con la estrategia del MRP permitirá hacer una

debida planeación de la capacidad, problema que desde sus inicios ha tenido la producción “Justo a Tiempo”.

El sistema de control de inventario planteado en paginas anteriores permitirá a la planta producir más libremente, debido a que el suministro de materia prima y material de empaque será consecuente con las necesidades de producción.

Aunque muchos de los datos con los que se trabajó a lo largo de la monografía no fueron reales por razones de confidencialidad manifestadas por la empresa. Esta se ha mostrado ansiosa de que en ella se sigan desarrollando trabajos de este tipo, pues el desarrollo de los mismos, le amplia las perspectiva de su negocio y lo hace mejor.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BLANCO, Luis Ernesto. Planeación del Sistema de Producción – Notas de Clase. Bogotá, 2002

BLANCO, Luis Ernesto. Programación y control de la producción – Notas de Clase. Bogota. 2002

BOTERO, Luis Fernando. Gerencia de los procesos productivos – Notas de Clase. Medellín, Octubre 2002.

CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas; JACOBS, Robert. Administración de Producción y operaciones. 8 ed. Bogotá: Mc Graw Hill, 2000. Pág. 425

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones, NTC 1466 1906, Guía: para la elaboración de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.