

133  
20j



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUIMICA**

**PLANEACION DE LOS RECURSOS DE  
MANUFACTURA (MRP II):**

UNA HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA  
PRODUCTIVIDAD ENFOCADA A LA INDUSTRIA  
QUIMICA.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO QUIMICO**

**P R E S E N T A :**

**FERNANDO TORRES DE JESUS**



MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

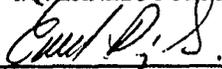
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO**

**PRESIDENTE:** PROF. EDUARDO ROJO Y DE REGIL.  
**VOCAL:** PROF. JOSE F. GUERRA RECASENS.  
**SECRETARIO:** PROF. ERNESTO PEREZ SANTANA.  
**1er. SUPLENTE:** PROF. LEON C. CORONADO MENDOZA.  
**2do. SUPLENTE:** PROF. GERARDO REYES ALDASORO.

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:**  
QUIMICA HOECHST DE MEXICO Y FAC. DE QUIMICA UNAM.

**ASESOR DEL TEMA:** I.Q. ERNESTO PEREZ SANTANA.

  
\_\_\_\_\_  
**I.Q. Ernesto Pérez Santana.**

**SUSTENTANTE:** FERNANDO TORRES DE JESUS.

  
\_\_\_\_\_  
**Fernando Torres de Jesús.**

# DEDICATORIAS

## A mis padres **Fernando** **y Carmen:**

Gracias por haberme dado la vida y por el apoyo, amor y cariño que me brindaron para la terminación de mi carrera, por eso este trabajo es de ustedes.

## A mis hermanos **Arturo** **y Antonio:**

Por haberme brindado su confianza, comprensión, cariño y tiempo y por estar conmigo en los momentos más oportunos.

## A la familia **Urquiza Torres:**

Por haberme brindado la oportunidad de vivir con ellos, por los consejos recibidos y por el amor brindado día tras día durante el transcurso de mi carrera.

## A mis abuelitos **Blanca,** **Antonio y Aurelio:**

Porque en los momentos más oportunos siempre me brindaron su confianza, amor y comprensión.

## A mi tío **Antonio:**

Porque su motivación siempre ha sido sincera y de amor para conmigo.

## ***continuación (dedicatorias)...***

### **A la familia *García Torres*:**

Por el amor sincero que siempre me han demostrado, por la confianza que me han tenido y por la gran ayuda que me ofrecieron en los momentos más difíciles.

### **A mi tío *Miguel*:**

Por su sinceridad, su motivación y su gran ayuda que me han ofrecido.

### **A mi tía *Estela*:**

Por apoyarme en los momentos más oportunos para la terminación de este trabajo.

### **A la familia *Ibarrola Ulloa*:**

Por el amor, ternura y apoyo que siempre me han brindado durante este poco tiempo de conocerme.

### **A mi novia y amiga *Berenice*:**

Por estar conmigo en las buenas y en las malas, por el apoyo y el cariño tan sincero que siempre me has mostrado, te invito a compartir uno de los logros más importantes de mi vida.

*¡ He concluido una de las metas más importantes de mi vida y voy por más !*

# AGRADECIMIENTOS

## **A la *Universidad:***

Por haberme dado las facilidades para la terminación de mi carrera.

## **A mis *Maestros:***

Por su ejemplo como profesionistas y por haberme fomentado las bases académicas para la terminación de una carrera.

## **A todos los cuates de *Química Hoechst:***

Quiénes me apoyaron para la terminación de éste trabajo; siempre los tendré presentes.

## **A los cuates de *Prolog:***

Por el gran apoyo recibido, por formar parte de su ambiente de trabajo y por haber aprendido mucho de ustedes. Los tendré presentes siempre.

## **A mi maestro y asesor de tesis *Ing. Ernesto Pérez Santana:***

Por haberme guiado para el desarrollo de mi tesis y porque en todo momento recibí su apoyo y orientación.

## **A los Ingenieros *Guerra Recasens y Rojo y de Regil:***

Por haberme orientado hacia la culminación final de mi tesis.

---

## PROLOGO

*El aumento progresivo de la competencia global ha incrementado a su vez la necesidad de que las organizaciones de fabricación y comercialización mejoren continuamente la flexibilidad de la producción y la calidad del producto, la entrega y el costo.*

*Este trabajo de tesis, constituye una pequeña parte de la gama tan enorme que representa el área industrial en todo lo referente a la parte administrativa y productiva.*

*El trabajo está diseñado para estudiantes aprendices y que se encuentran interesados en conocer la estructura administrativa y productiva de una empresa, el tomar decisiones positivas para el manejo de materiales (materias primas, productos de venta) con el propósito de aplicarlas en un futuro en pequeñas, medianas y grandes empresas, tratando de así obtener mejoras en el desarrollo de la productividad.*

*Durante el trayecto de la tesis se muestran ejemplos sencillos y representaciones gráficas, con la finalidad de que el estudiante pueda entender con mayor facilidad el concepto MRP II (Planeación de los Recursos de Manufactura), tratando así de fomentarles las bases como se encuentra realmente la estructura de una empresa productora y los grandes beneficios que se puedan llegar a obtener si se realiza una buena planeación (servicios al cliente, reducción de costos, minimizar inventarios, mejor comunicación con los diferentes departamentos de la empresa).*

*El tema está limitado en cuanto a su extensión, tratándole de facilitar al estudiante su entendimiento así como también de mantenerlo entusiasmado e interesado en el tema.*

*El capítulo I, menciona los fundamentos básicos de la Planeación de los Recursos de Manufactura (MRP II) y la diferencia existente entre la Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP) así como también lo importante que significa una buena planeación en las empresas dedicadas a la producción.*

*El capítulo II, hace referencia a lo importante que significan los pronósticos de ventas para aquellas empresas que producen contra inventario, ya que los resultados son obtenidos de una descomposición de los datos históricos del producto, con el propósito de obtener las ventas que se van a tener en un futuro de acuerdo al comportamiento de la demanda que está teniendo el mercado.*

*El capítulo III, hace mención sobre la importancia que desempeñan el manejo de inventarios considerándolos como una de las bases para realizar la planeación de la producción y la planeación de los materiales.*

*En el capítulo IV, se realiza el plan maestro de la producción (MPS) en base a los requerimientos de venta generados pronóstico y las existencias que se tienen en inventario.*

*El capítulo V, se realiza la planeación de los requerimientos de materiales (MRP), en base a la planeación de la producción, existencia de materiales en inventario, la hoja de materiales del producto (BOM).*

*El capítulo VI, se menciona la realización de la planeación de los requerimientos de la capacidad (CRP) y la importancia que desempeña en las planes de la producción. Su función consiste en visualizar, si las órdenes de producción planeadas se encuentran aptas en tiempo, si es así, existe la probabilidad de que la producción se entregue en las fechas planeadas en caso contrario, se balanceen las cargas de trabajo, a tal grado de que cumplan con la capacidad requerida en los diversos centros de trabajo que forman el área de producción y esto no ocasione que la producción se retrase y de esta manera no se pueda cumplir con la producción en las fechas prometidas.*

*El capítulo VII, se hace referencia al control que debe existir en el área de producción una vez que la planeación fue elaborada, es realmente donde los planes son ejecutados y donde no existe retroceso. En esta parte es mencionar al estudiante que los planes realizados deben ser buenos para que tengan un éxito en la producción.*

*En el capítulo VIII, se hace mención sobre la importancia que desempeña la aplicación del MRP en la industria química, mencionando con un ejemplo sencillo a tal grado que el estudiante los pueda entender fácilmente. Haciendo hincapié que la aplicación del MRP puede ser aplicable a pequeñas, medianas y grandes empresas dedicadas a la producción y una vez teniendo las bases y los criterios el estudiante entenderá como desarrollar su propio criterio para poderlo aplicar a cualquier tipo de empresa.*

*El propósito del tema es solamente mencionar algunas de las bases para comprender realmente como son iniciadas todas las etapas de planeación, la logística utilizada y los pasos que se siguen para obtener un producto totalmente terminado. Espero que sea de gran ayuda para el estudiante interesado en conocer como se encuentra la estructura administrativa y productiva de una empresa.*

## LISTA DE TABLAS

---

### TABLA

---

- 2.1** *Datos utilizados para la generación del pronóstico.*
- 2.2** *Obtención del promedio centrado.*
- 2.3** *Obtención del factor estacional.*
- 2.4** *Datos utilizados para el cálculo de la tendencia del producto.*
- 2.5** *Obtención del pronóstico de ventas.*
- 2.6** *Datos calculados en excel realizando una regresión lineal.*
- 2.7** *Promedio móvil.*
- 2.8** *Comparación del promedio móvil y el promedio móvil ponderado.*
- 2.9** *Método de la suavización exponencial.*
- 3.1** *Datos para el cálculo del servicio al cliente.*
- 3.2** *Factores que definen la importancia de un artículo.*
- 3.3** *Datos para el análisis ABC.*
- 3.4** *Costo-consumo mensual promedio y % costo-consumo mensual promedio.*
- 3.5** *Acomodo de los artículos de acuerdo a su importancia.*
- 3.6** *Clasificación ABC por rango.*
- 3.7** *Cálculo de la desviación media absoluta.*
- 3.8** *Cálculo de inventario de seguridad para diversos servicios al cliente.*
- 3.9** *Información de un registro de inventario.*
- 4.1** *Hoja de materiales.*
- 4.2** *Entrega de materiales a producción.*
- 4.3** *Entrega de materiales a producción considerando SCRAP.*
- 4.4** *Horizonte de planeación.*
- 4.5** *Cálculo del inventario disponible.*
- 4.6** *Programa maestro para un grupo de productos.*
- 4.7** *Cálculo del tamaño de orden de producción generada a partir del concepto MPS.*
- 4.8** *Cálculo del tamaño de orden de producción considerando inventario de seguridad.*
- 4.9** *Tiempo total utilizado en la generación de la orden de producción.*
- 4.10** *Cálculo del No. de órdenes planeadas en base a los requerimientos.*
- 5.1** *Materiales que se encuentran en existencia.*
- 5.2** *Tiempos de respuesta de materiales.*
- 5.3** *Representación gráfica del MRP.*
- 6.1** *Capacidad utilizada para un artículo x.*
- 7.1** *Orden de producción.*
- 7.2** *Cálculo del total de horas para la obtención de la fecha de terminación.*
- 7.3** *Tiempos de agotamiento de algunos artículos.*
- 7.4** *Órdenes con el menor tiempo de proceso*
- 7.5** *Prioridad por fecha de entrega más próxima.*

- 7.6** *Órdenes con menor tiempo de operación.*
  - 7.7** *Calendario de Producción.*
  - 7.8** *Días hábiles del calendario de producción.*
  - 7.9** *Prioridad de la programación de una serie de órdenes de producción.*
  - 7.10** *Tasa crítica para órdenes de producción retrasadas.*
  - 7.11** *Tiempo de holgura (tiempo faltante para la finalización de la producción).*
  - 7.12** *Tiempo de holgura (tiempo faltante de operaciones).*
  - 7.13** *Colas de espera para una serie de órdenes de producción.*
  - 7.14** *Información de una lista de envío o despacho.*
  - 8.1** *Deferencias entre un proceso continuo y un proceso por lotes,*
  - 8.2** *Datos para la resolución de los cálculos (producto principal)*
  - 8.3** *Selección del pronóstico adecuado para la producción de hexano con una pureza del 86.6 % a partir de una mezcla de hexano-octano.*
  - 8.4** *Generación del plan maestro de producción (MPS).*
  - 8.5** *Cantidad de materia prima principal (mezcla hexano-octano con un 50 % molar de hexano en el proceso).*
  - 8.6** *Materias primas secundarias.*
-

## LISTA DE GRAFICAS

---

### GRAFICA

---

- 1.1 *Modelo de implantación del MRP II.*
  - 2.1 *Esquema del pronóstico de ventas.*
  - 2.2 *Demanda real vs. tiempo.*
  - 2.3 *Promedio centrado vs. tiempo.*
  - 2.4 *Factor de estacionalidad vs. tiempo.*
  - 2.5 *Tendencia del producto vs. tiempo.*
  - 2.6 *Pronóstico del producto vs. tiempo.*
  - 3.1 *Control de inventarios.*
  - 3.2 *Flujo del sistema de administración de inventarios.*
  - 3.3 *Análisis ABC.*
  - 3.4 *Representación gráfica del comportamiento de inventarios.*
  - 3.5 *Lote económico de compra o producción.*
  - 3.6 *Función de servicio vs. factor de servicio (cálculo del factor de servicio).*
  - 4.1 *Pasos a seguir del plan maestro de producción.*
  - 4.2 *Estructura básica de materiales.*
  - 4.3 *Estructura de árbol de niveles múltiples.*
  - 4.4 *Ciclo del horizonte de planeación.*
  - 5.1 *Esquema informativo en la planeación de materiales (MRP).*
  - 5.2 *Diagrama de defasamiento debido al tiempo de operación.*
  - 5.3 *Tiempos de obtención por actividad según los requerimientos del cliente.*
  - 6.1 *Etapas de producción.*
  - 6.2 *Relación del MPS, MRP con la planeación de la capacidad.*
  - 6.3 *Carga de trabajo del horno para la fabricación de galletas.*
  - 6.4 *Centros de trabajo en la fabricación de galletas.*
  - 7.1 *Requisitos importantes para el control de las actividades de producción.*
  - 7.2 *Cuello de botella e indicación del orden de prioridad con la que serán procesadas.*
  - 7.3 *Centro de trabajo primeras entradas - primeras salidas.*
  - 7.4 *Representación gráfica de una cola de espera.*
  - 7.5 *Comparación del tiempo de obtención sin traslape y con traslape.*
  - 8.1 *Condiciones de operación para la purificación de hexano a partir de una mezcla de octano-hexano utilizando un proceso flash.*
  - 8.2 *Pronóstico de ventas.*
-

## PLANEACION DE LOS RECURSOS DE MANUFACTURA (MRP II)

### CONTENIDO

<b>DEDICATORIAS</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>vi</b>
<b>PROLOGO</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE GRAFICAS</b>	<b>xi</b>
<b>Capítulo I</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>Beneficios del MRP II en la industria.</b>	<b>3</b>
<b>Antecedentes históricos del MRP II.</b>	<b>4</b>
<i>Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP).</i>	<i>4</i>
<i>Planeación de los Recursos de Manufactura (MRP II)</i>	<i>5</i>
<i>El MRP II y las Herramientas Computacionales.</i>	<i>5</i>
<b>Clasificación del MRP II en las empresas.</b>	<b>6</b>
<i>Clase A.</i>	<i>6</i>
<i>Clase B.</i>	<i>6</i>
<i>Clase C.</i>	<i>6</i>
<b>Modelo de implantación del MRP II.</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo II</b>	
<b>PRONOSTICO DE VENTAS (FOR)</b>	<b>13</b>
<b>Series en el tiempo.</b>	<b>16</b>
<b>Descomposición de series en el tiempo.</b>	<b>17</b>
<i>Promedio centrado.</i>	<i>19</i>
<i>Factor estacional.</i>	<i>21</i>
	<b>xii</b>

Contenido.

<i>Obtención de los datos desestacionalizados.</i>	23
<i>Realizar una regresión lineal con la base de datos desestacionalizada.</i>	24
<i>Ejemplo del cálculo del pronóstico generado utilizando el método de mínimos cuadrados.</i>	28
<b>Conceptos importantes en el pronóstico de ventas.</b>	<b>30</b>
<i>Estacionalidad</i>	30
<i>Tendencia.</i>	30
<i>Factor de irregularidad.</i>	31
<b>Técnicas comunes para generar pronósticos.</b>	<b>31</b>
<i>Aproximación por mínimos cuadrados.</i>	32
<i>Método del promedio móvil.</i>	33
<i>Método de los promedios móviles ponderados.</i>	34
<i>Método de suavización exponencial.</i>	36
<i>Método de nuevo pronóstico = viejo pronóstico.</i>	37

### **Capítulo III**

<b>POLITICA DEL MANEJO DE INVENTARIOS</b>	<b>38</b>
<b>Algunas formas de producir de las compañías.</b>	<b>41</b>
<i>Producir contra inventarios.</i>	41
<i>Producir ensamblados contra pedido.</i>	42
<i>Fabricación contra pedido.</i>	42
<b>Diseños de los procesos de producción.</b>	<b>42</b>
<i>Procesos continuos.</i>	42
<i>Procesos intermitentes o en lotes.</i>	43
<b>Inventarios en el ambiente de producción.</b>	<b>43</b>
<i>Inventario de materias primas.</i>	43
<i>Inventario de producto semiterminado.</i>	44
<i>Inventario de material de envase y empaque</i>	44
<i>Inventario de producto terminado.</i>	44
<b>Ventajas y desventajas de tener inventarios.</b>	<b>45</b>
<i>Ventajas de tener materiales en existencia</i>	45
<i>Desventajas de tener bajos niveles de existencia.</i>	45
<i>Desventajas de tener altos niveles de existencia.</i>	45
<b>Administración de inventarios.</b>	<b>46</b>
<b>Servicio al cliente.</b>	<b>48</b>
<i>Mediciones de tipo porcentual.</i>	48
<i>Mediciones de valor absoluto.</i>	48
<b>Decisiones y análisis ABC de inventarios.</b>	<b>49</b>
<i>Análisis ABC de inventarios.</i>	50
<i>Factores que determinan la importancia de un artículo (criterio ABC).</i>	50
<i>Procedimiento de un análisis ABC.</i>	51

Contenido.

---

<b>Manejo de materiales.</b>	<b>55</b>
<i>Inventario de Seguridad.</i> 56	
<i>Cálculo del Inventario de Seguridad.</i> 61	
<b>Almacenes y localización de productos.</b>	<b>63</b>

**Capítulo IV**

**PLAN MAESTRO DE PRODUCCION (MPS) 66**

<b>Estructura de los materiales.</b>	<b>68</b>
<i>Hoja de materiales (BOM).</i> 68	
<i>¿Qué es la merma?</i> 70	
<b>Niveles y estructura de árbol a multinivel.</b>	<b>71</b>
<b>Días de horizonte.</b>	<b>74</b>
<b>Pasos a seguir para el plan maestro de producción.</b>	<b>75</b>
<b>Operación del MPS.</b>	<b>79</b>
<b>Forma como el MPS realiza los requerimientos.</b>	<b>81</b>
<b>Ordenes planeadas.</b>	<b>82</b>

**Capítulo V**

**PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) 84**

<b>Determinación de los requerimientos netos.</b>	<b>87</b>
<b>Defasamientos debidos al tiempo de operación.</b>	<b>89</b>
<b>Representación gráfica del MRP.</b>	<b>91</b>
<b>Recepciones programadas y recepciones de órdenes planeadas.</b>	<b>92</b>
<b>Ordenes planeadas en firme</b>	<b>94</b>

**Capítulo VI**

**PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA CAPACIDAD (CRP) 95**

<b>Validación del Plan Maestro de Producción.</b>	<b>98</b>
<b>Determinación de la capacidad disponible.</b>	<b>101</b>
<b>La Planeación de los Requerimientos de la Capacidad en el MRP.</b>	<b>103</b>

## **Capítulo VII**

<b>CONTROL DEL AREA DE PRODUCCION</b>	<b>105</b>
<b>Conceptos básicos dentro del área de producción</b>	<b>108</b>
<i>Orden de producción.</i>	<i>108</i>
<i>Centro de trabajo.</i>	<i>108</i>
<i>Operación de proceso.</i>	<i>109</i>
<i>Tiempos de proceso.</i>	<i>109</i>
<b>Programa de producción por serie de tamaños de lote.</b>	<b>113</b>
<i>Tiempos de agotamiento.</i>	<i>114</i>
<b>Programa y control de prioridad en el taller de trabajo.</b>	<b>115</b>
<i>Primeras entradas - primeras salidas (PEPS).</i>	<i>117</i>
<i>Menor tiempo de proceso (MTP).</i>	<i>118</i>
<i>Fecha de entrega más próxima.</i>	<i>118</i>
<i>Menos operaciones (MO).</i>	<i>119</i>
<i>Tiempo de holgura (TH).</i>	<i>119</i>
<i>Tasa crítica (CR).</i>	<i>120</i>
<b>Calendario de Producción.</b>	<b>120</b>
<b>Administración de las colas de espera.</b>	<b>127</b>
<b>Optimización del tiempo de obtención de la producción.</b>	<b>129</b>
<b>Puntos importantes para el control de las actividades de producción.</b>	<b>133</b>
<i>Emisión de órdenes.</i>	<i>133</i>
<i>Envío o despacho de las órdenes de producción.</i>	<i>134</i>
<b>Información obtenida en el área de producción.</b>	<b>135</b>
<b>Archivos importantes de las áreas de producción.</b>	<b>136</b>
<i>Archivos de planeación.</i>	<i>136</i>
<i>Archivos de control.</i>	<i>136</i>

## **Capítulo VIII**

<b>APLICACION DEL MRP EN LA INDUSTRIA QUIMICA</b>	<b>137</b>
<b>Secuencia lógica para la aplicación del MRP a la Industria Química.</b>	<b>139</b>
<b>Diferencias entre un proceso por lotes y un proceso continuo.</b>	<b>141</b>
<b>Ejemplo sobre el desarrollo del MRP aplicado a la Industria Química.</b>	<b>144</b>
<i>Algunas condiciones de operación para la aplicación del MRP aplicado a un ejemplo de la Industria Química.</i>	<i>145</i>
<i>Datos utilizados para la realización de los cálculos (producto principal).</i>	<i>146</i>
<i>Pronóstico de Ventas</i>	<i>147.</i>

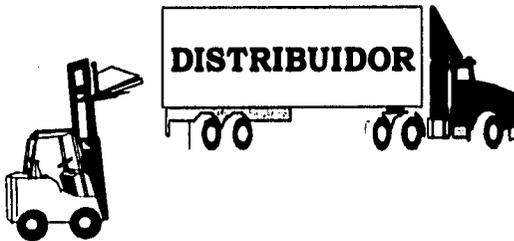
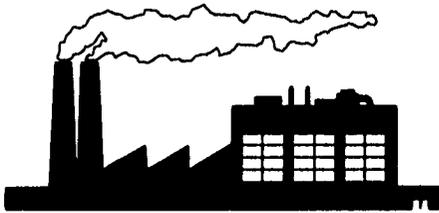
Contenido.

---

<i>Plan Maestro de Producción (MPS).</i>	150
<i>Planeación de los Requerimientos de la Capacidad (CRP).</i>	151
<i>Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP).</i>	152

<b>GLOSARIO GENERAL</b>	<b>164</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>168</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>173</b>

# INTRODUCCION



CLIENTE

# I

## INTRODUCCION

---

La **Planeación de Recursos de Manufatura (MRP II)**, es un proceso administrativo que integra la Planeación de la Alta Gerencia, siendo una herramienta de gran utilidad para las grandes, medianas y pequeñas empresas, cuya finalidad es estar enfocados a la productividad.

Entre las funciones que pretende cumplir el sistema MRP II, es lograr que los objetivos de venta sean llevados a cabo, que se obtengan mejores utilidades, que la inversión realizada en la fabricación de artículos pueda obtenerse en el mejor tiempo posible, logrando de esta manera, apoyar no sólo a las áreas de producción sino también a las áreas financieras.

El desarrollo del tema estará enfocado para aquellos usuarios que se interesen en adquirir en su formación profesional las bases necesarias para tomar decisiones en los cambios que se deban hacer en una planta industrial dedicadas a la manufatura, no solamente en las etapas de producción sino también en las áreas administrativas.

El trabajo lleva una secuencia lógica de como se deben iniciar las etapas desde que el cliente genera sus pedidos, hasta que se tiene el producto terminado.

A medida que el usuario entienda cada una los pasos a seguir podrá adquirir el criterio para tomar decisiones y llevar a cabo la ejecución de sus planes.

Además lo que se le quiere remarcar al usuario, es que anteriormente las empresas hacían uso de un programa lógico, para la planeación de los materiales y para la fabricación de sus artículos conocido simplemente como **MRP**. En la actualidad las empresas utilizan un programa que abarca a todas las áreas de una empresa (áreas financieras y de producción) conocido como **MRP II**.

En el departamento de planeación se tendrá la Información necesaria de las diferentes áreas y analizará paso a paso los datos, proponiendo nuevas alternativas de mejora para la empresa.

## **Capítulo 1. Introducción**

---

El contar con un programa lógico, como lo es el caso de MRP II, da a las empresas la flexibilidad de dar un mejor servicio al cliente, tomar decisiones rápidas, así como el control eficiente en cada una de las áreas que la forman.

El planeador para mejorar el servicio al cliente tiene que fijar tiempos de respuesta lógicos, fijándose antes que nada las acuerdos con el proveedor para que las materias primas se encuentren disponibles cuando se les requiera y así poder fijar los tiempos necesarios para tener el producto terminado en las fechas prometidas al cliente.

El MRP II, se diseñó para resolver los problemas que se presentan en las diferentes departamentos que forman a una compañía, de forma versátil y efectiva. Es un método creado para mantener el control absoluto de las empresas; es decir, la Planeación de Recursos de Manufactura (MRP II), es un proceso de planeación efectiva a mediana y larga plaza trae grandes beneficios a la empresa.

### **BENEFICIOS DEL MRP II EN LA INDUSTRIA**

Es importante contar con un sistema que proporcione la información necesaria para el buen control de una empresa que se dedique a la fabricación de uno a varios artículos.

Los beneficios más importantes del MRP II en las empresas dedicadas a la producción son los siguientes:

- *Mejora el servicio a clientes.*
- *Aumenta la productividad.*
- *Minimiza los inventarios.*
- *Controla la cantidad de requerimientos (materias primas, productos semiterminados y productos terminados).*
- *Reduce los costos a mediana y larga plaza.*
- *Mejora el control financiero.*

## **ANTECEDENTES HISTORICOS DEL MRP II**

El departamento de planeación necesitaba contar con un método eficiente que facilitara el manejo de materiales para mejorar la producción, minimizando los posibles errores que puedan presentarse y tener la flexibilidad de realizar las modificaciones en el ambiente productivo y financiero cuando lo requieran, tales como:

- *Optimización de tiempos de proceso.*
- *Fechas de requerimientos de productos terminados y semiterminados.*
- *Control de inventarios.*
- *Ordenes de compra de materias primas.*
- *Control de personal y de la planta en general.*

En base a esto, nace a principios de la década de los 60's un sistema para una **Planeación Efectiva** y la manera como fue evolucionando es la siguiente:

### ***Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP).***

El MRP surge como ayuda para efectuar una mejor Planeación de Materiales, con el propósito de considerar los tiempos de respuesta de cada materia prima cuyo principal objetivo es fabricar la demanda del mercado.

El MRP, es un sistema que se resuelve en base a decisiones rápidas y lógicas, contestando a la siguiente serie de preguntas:

- *¿Qué se necesita hacer ?* (Prod. terminados y semiterminados).
- *¿Qué debemos tener para hacerlo?* (Lista de materias primas).
- *¿Qué tenemos ?* (Manejo de Inventarios).
- *¿Qué tenemos que conseguir ?* (Ordenes de Compra).

MRP proporciona el momento de emitir órdenes de compra (materias primas), órdenes de producción (producto terminado y semiterminado) y órdenes de clientes con el motivo de que el planeador se acerque más a un comportamiento real.

***Planeación de Recursos de Manufactura (MRP II).***

La función principal del MRP, es efectuar la Planeación de Materiales y el tiempo de respuesta de las materias primas para iniciar la producción. El MRP nos indicaba la cantidad y el momento de emitir órdenes de producción y órdenes de compra de materias primas así como también de artículos indispensables para la producción. Ahora el concepto de MRP II surge con la finalidad de apoyar a las demás áreas de una empresa dedicada a la producción, tales como:

- *Mercadotecnia.*
- *Ventas.*
- *Contabilidad*
- *Finanzas.*

El concepto de MRP II nace con el propósito de no sólo apoyar al área productiva sino para llevar a cabo una mejor **Administración Financiera** englobando todo el concepto de MRP.

***El MRP II y las Herramientas Computacionales.***

El contar con computadoras hace más eficiente el funcionamiento de MRP II ya que en la actualidad, se ha tenido un gran avance en tecnología y se ha podido implementar el concepto de MRP II teniendo un mejor rendimiento y obtención de mejores resultados. MRP II, es el vehículo para alcanzar planes y programas válidos no solamente en la compra de materiales, sino también en programas de embarques a clientes, requerimientos de personal y maquinaria; así como también del área de finanzas. Es por eso, que el concepto de MRP/MRP II puede ser considerado como la base de la verdadera productividad.

El concepto es bastante amplio y es factible que los funcionarios de la empresa productora cuenten con herramientas computacionales para tener un mejor control en las diversas áreas.

## **Capítulo 1. Introducción**

---

En la década de los 90's se le ha dado gran importancia al uso de este concepto. Aunque debe considerarse que todas las empresas funcionan bajo un sistema de MRP/MRP II, no todas cuentan con un sistema computacional debido a que son muy costosos; y solamente las grandes empresas productoras cuentan con éste sistema.

### **CLASIFICACION DEL MRP II EN LAS EMPRESAS**

De acuerdo a la forma como se opere el MRP II se le ha dado una clasificación, tomando en cuenta que todas las empresas dedicadas a la fabricación de artículos funcionan bajo un sistema de MRP. En base a esto se ha dado la siguiente clasificación dentro del área Industrial<sup>1</sup> y estas son las siguientes:

#### **Clase A**

Se lleva un mejor control de la empresa abarcando la totalidad de sus áreas y la conclusión es la obtención de resultados eficientes.

#### **Clase B**

Comprende sólo a las áreas de Manufactura y Materiales. Los resultados que nos proporciona este tipo de instalación es de medianos a buenos resultados.

#### **Clase C**

Abarca principalmente a las áreas de Producción y de Inventarios. Los resultados obtenidos son de medianos a buenos resultados.

### **MODELO DE IMPLANTACION DEL MRPII**

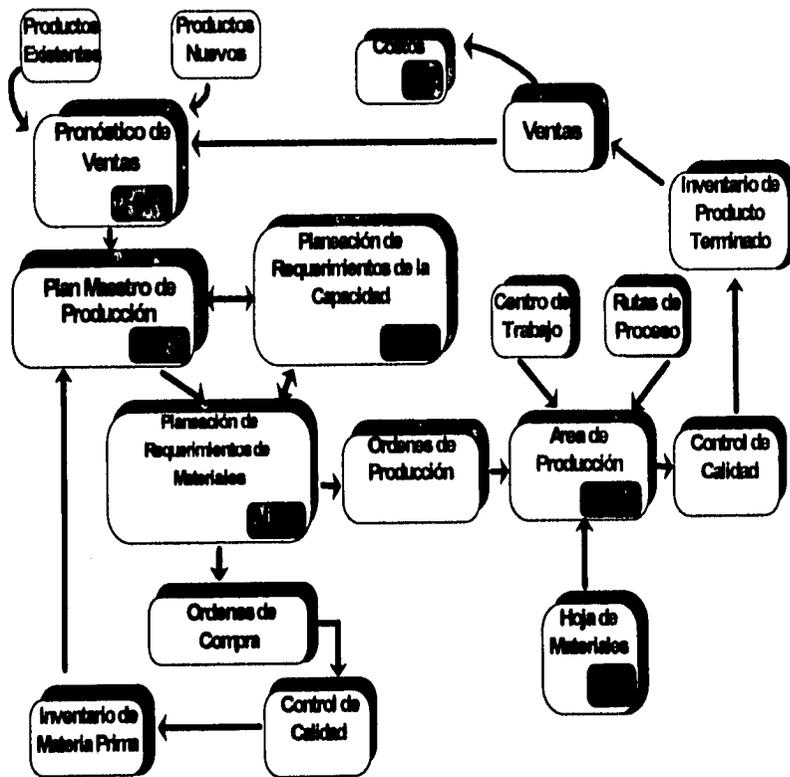
Es importante desglosar los puntos más importantes a desarrollar durante la elaboración de este trabajo y cuya principal finalidad, es despertar el interés al lector que desarrolle o pretenda realizar sus funciones en la industria.

En la gráfica 1.1, el lector comprenderá como se encuentran ligados las diferentes etapas de planeación para el desarrollo del tema de una manera rápida:

---

<sup>1</sup> Manual TEC-PRO, Introducción al MRP II, p. 13

**GRAFICA 1.1**  
**MODELO DE IMPLANTACION**  
**DEL MRP II**



## Capítulo 1. Introducción

La implantación del MRP II requiere de una gran cantidad de tiempo y esfuerzo por parte del personal administrativo de la empresa.

La información debe ser precisa y exacta, debe darse capacitación de el personal que en la empresa labora y en ocasiones las políticas y procedimientos deben modificarse.

Las empresas que realizan mejor su planeación podrán lograr sus objetivos (servicio a clientes, reducción de costos, minimizar inventarios, entrega de productos en las fechas planeadas, mejor control financiero, etc.); en un tiempo adecuado.

La Planeación, es la primera etapa de la administración, ya que consiste en seleccionar los objetivos factibles para ser medidos y tomar las decisiones para poder alcanzarlos. La planeación es un requisito previo para la ejecución y el control; es decir si no hay planes, no existen bases para la acción y no se tienen los fundamentos necesarios para la evaluación de los resultados obtenidos.

La finalidad de contar con un proceso de planeación efectiva, como lo es el MRP II, es tener empresas cada vez más competentes, formando así, empresas de primer mundo.

Es importante mencionar de manera precisa la **Forma Operativa del MRP II** y en seguida se dará conocer:

El presente trabajo comienza con el desarrollo del **Pronóstico de Ventas**,\* y es donde la mayor parte de las empresas se soportan para la fabricación de sus productos. Haciendo un paréntesis en este punto, cabe señalar que es la base para el comienzo de la producción. Las empresas grandes desarrollan sus planes de venta futuros, en un pronóstico de ventas de acuerdo a las necesidades de consumo que vaya teniendo el mercado.

Los principales puntos que se tocaron fueron lo siguientes:

- Series en el tiempo.
- Descomposición de series en el tiempo.
- Ejemplo del cálculo del pronóstico generado utilizando el método de mínimos cuadrados.
- Conceptos importantes en el pronóstico de ventas.
- Técnicas importantes para la generación del pronóstico.

---

\* Ver Cap. 2; Pronóstico de Ventas.

## **Capítulo 1. Introducción**

---

Es importante mencionar que el manejo de materiales y las políticas se deben seguir para un buen **Control de Inventarios**.\*

En este punto se soportan todos los planes de producción y el objetivo principal es proporcionar las bases al lector interesado en la administración, control y manejo de materiales.

Entre los puntos más importantes que se tocaron en éste punto están los siguientes:

- *Inventarios en el ambiente de producción.*
- *Ventajas y desventajas de tener inventarios.*
- *Administración de inventarios.*
- *Servicio al cliente.*
- *Decisiones y análisis ABC de inventarios.*
- *Inventario de seguridad.*
- *Cálculo del inventario de seguridad.*
- *Almacenes y localización de productos.*

Tomando como base al pronóstico de ventas y la cantidad de inventarios existente, el planeador inicia con el **Plan Maestro de la Producción**,\* donde se llevará un control de las órdenes de producción (productos terminados) para cumplir con los requerimientos de ventas (pronóstico de ventas).

Entre los puntos más importantes que se tocaron en este punto están los siguientes:

- *Hoja de materiales (BOM).*
- *Niveles y estructura de árbol a multinivel.*
- *Días de horizonte.*
- *Pasos a seguir para el plan maestro de producción (MPS)*
- *Operación del MPS.*
- *Forma como el MPS realiza los requerimientos.*
- *Ordenes planeadas.*

Una vez que se han realizado los ajustes necesarios para cumplir con los requerimientos de ventas (pronóstico de ventas), en base al plan maestro de producción,

---

\* *Ver Cap.3, Política del Manejo de Inventarios*

\* *Ver Cap. 4, Plan Maestro de Producción*

## **Capítulo 1. Introducción**

---

se puede iniciar con la **Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP)**; es decir, la cantidad necesaria de materiales para la elaboración de productos.

La planeación de los requerimientos de materiales, nos indica un control administrativo directamente ligado con el área productiva, indicando las fechas en las que se deben emitir **órdenes de producción** o indicar en que momento se deben realizar **órdenes de compra**, cuando las materias primas no se encuentren en existencia. En el plan maestro de producción también se emiten órdenes de producción referentes a producto terminado y el MRP realiza órdenes de producción para producto semiterminado.

Entre los puntos más importantes que se tocaron en este punto están los siguientes:

- *Determinación de los requerimientos netos.*
- *Defasamiento debido al tiempo de operación.*
- *Representación gráfica de la Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP).*
- *Recepciones programadas y recepciones de órdenes planeadas.*
- *Ordeneaplaneadas en firme.*

El plan maestro de producción (MPS) y la planeación de los requerimientos de materiales (MRP) están ligados a la **Planeación de los Requerimientos de la Capacidad (CRP)**, el cual indica la carga de trabajo planeada que está contemplada en cada centro de trabajo (máquina o algún grupo de personas que intervengan en la elaboración del producto), cuya función principal es visualizar si se tiene contemplado cumplir con todas las órdenes de producción que tienen planeadas fabricar. En caso de que no exista el tiempo suficiente para cumplir con los planes de producción el planeador de la producción será el indicado de balancear la carga de trabajo en los centros de trabajo.

Cuando el plan maestro de producción (MPS), la planeación de los requerimientos de materiales (MRP) y la planeación de los requerimientos de la capacidad han sido aceptados, se realiza la explosión de los materiales con el propósito de checar si en inventario existe la materia prima necesaria para el inicio de la producción.

---

\* *Ver Cap. 5; Planeación de los Requerimientos de Materiales*  
\* *Ver Cap. 6; Planeación de los Requerimientos de la Capacidad.*

## **Capítulo 1.** *Introducción*

---

Entre los puntos más importantes están los siguientes:

- *Validación del plan maestro de producción.*
- *Determinación de la capacidad disponible.*
- *Planeación de los requerimientos de la capacidad en el MRP.*

Por último, todos los planes realizados se llevarán a cabo en el **Area de Producción.**\* Su principal fundamento, es mencionar como serán llevadas a cabo cada una de las decisiones tomadas durante la etapa de planeación y así como también comparar los resultados obtenidos contra los planes realizados en la fabricación de sus productos.

En la última parte de este trabajo se mencionan algunos criterios para poder aplicar el MRP a los procesos desarrollados por la **Industria Química**\*. El ejemplo que se desarrolla es sencillo, esto se hizo con la finalidad de que el lector pueda asimilar fácilmente el concepto y a medida que se familiarice más con el tema vaya formando su propio criterio para poder implementar y desarrollar las aplicaciones del MRP a cualquier empresa.

Es necesario hacer mención, que el tema "Planeación de los Recursos de Manufactura (MRP II)", está en función de las necesidades de la empresa y se implementa de acuerdo a sus mismas necesidades.

Al final el usuario habrá adquirido los fundamentos básicos para poder implementar un sistema (MRP II) a cualquier empresa dedicada a un ambiente productivo, mencionando a la Industria como una gama muy extensa; entre los cuales se mencionan algunas de las más importantes:

- *Industria Química.*
- *Industria Farmacéutica.*
- *Industria Automovilística.*
- *Industria del Calzado.*
- *Industria del Papel.*
- *Industria de Alimentos.*

---

\* *Ver Cap.7; Control del Area de Producción.*

\* *Ver Cap. 8; Aplicación del MRP a la Industria Química.*

## **Capítulo I. Introducción**

---

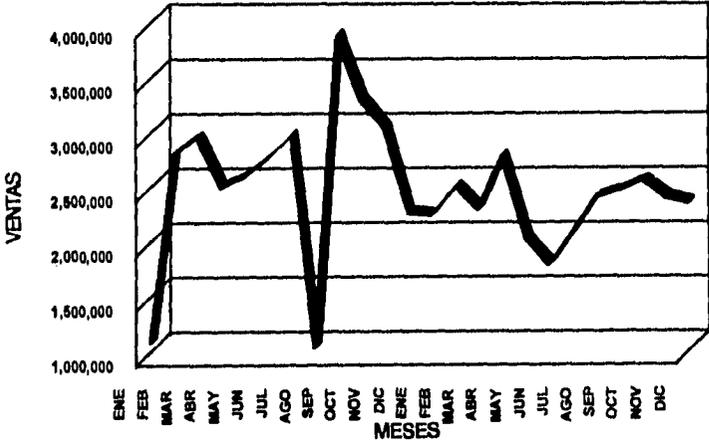
Es importante que la estructura del trabajo esté enfocada para gente principiante y con gran motivación en el desarrollo e implementación de mejoras a las empresas dedicadas a la producción.

En base a lo descrito anteriormente, los **Objetivos** principales que se pretenden desarrollar son los siguientes:

- ◆ *Proporcionar una herramienta útil a las diferentes áreas que integran una empresa productora y exista una mejor coordinación.*
- ◆ *Informar a la comunidad universitaria qué tan importante es la Planeación de Recursos de Manufactura (MRP II) en la Industria.*
- ◆ *Dar a conocer mediante un método simplificado el funcionamiento del MRP II aplicado en la Industria.*
- ◆ *Dar un enfoque general de como se llevan a cabo los planes desarrollados en el área de producción.*
- ◆ *Mencionar algunos de los criterios para la aplicación del MRP a la Industria Química.*

# PRONOSTICO DE VENTAS

DEMANDA PLAN VS. TIEMPO



AREA DE VENTAS

## II

### PRONOSTICO DE VENTAS

---

Es indispensable mencionar que la base para cualquier actividad en la producción son los pedidos reales o el pronóstico<sup>1</sup>, el cual satisface los pedidos futuros. En un ambiente a producir contra inventario, las actividades de producción se fundamentan en la generación de pronósticos, debido a que los pedidos deben satisfacerse con los artículos que hay en inventario.

La generación de un pronóstico realiza un análisis en los datos históricos, a tal grado de utilizarse la técnica más apropiada en la cual se obtengan resultados confiables. Más adelante se mencionarán algunas técnicas apropiadas para la generación de pronósticos.

La mayor parte de las empresas dedicadas a la producción, se soportan de un pronóstico de ventas, con el propósito de realizar una planeación a futuro de acuerdo al comportamiento que está sufriendo el mercado. Es uno de los puntos más importantes, porque en base a éste concepto, se podrá hacer una planeación a futuro, sobre la cantidad de producto terminado (artículos de venta) que se tendrá que producir para cumplir con los requerimientos de venta.

Se deben tener datos confiables para obtener un buen Pronóstico de Ventas, así las desviaciones posibles serán mínimas y los requerimientos de venta cercanos a la realidad.

El personal que se encuentre relacionado con las ventas de la empresa, deberá ser firme en sus decisiones, porque en base a la generación de un buen pronóstico de ventas se dará un mejor servicio a clientes, así como también un mejor control en los niveles de inventarios.

La gráfica 2.1 representa una idea más clara de las funciones que realiza el pronóstico:

---

<sup>1</sup> *J.R.Evans; Applied Production and Operations Management, "Forecasting and Time", p.75-116*

GRAFICA 2.1

## ESQUEMA DEL PRONOSTICO DE VENTAS



El área comercial de una empresa, encargada de generar el pronóstico de ventas deberá de tener los criterios necesarios del plazo de terminación del producto, con el objetivo, de que el requerimiento de venta realizado en la fecha planeada cumpla con la fecha de terminación del producto (caso ideal). Si el horizonte del pronóstico es más corto, entonces las primeras actividades de producción, así como la realización de órdenes de compra para componentes con tiempo de entrega largo se obtendrá un pronóstico con desviaciones grandes. Por éstas razones, las áreas

## **Capítulo 2. Pronóstico de Ventas .**

---

relacionadas con la producción, necesitan tener un estimado a futuro para planear con el tiempo necesario los requerimientos de las materias primas y así controlar los inventarios en cada una de las áreas de producción.

Ahora, con las herramientas computacionales aunado con el conocimiento acerca del producto y del mercado que tenga el departamento de ventas, es más fácil obtener un pronóstico aceptable y lo más ajustado a la realidad.

### **SERIES EN EL TIEMPO**

Este es uno de los pasos fundamentales para la realización del pronóstico de ventas, ya que muestra las variables con las que se encuentra ligado. Una serie en el tiempo,<sup>2</sup> constituye datos históricos sobre el producto y donde se puede observar el comportamiento que ha sufrido a lo largo de éste tiempo y en base a esto poder predecir a futuro el nuevo pronóstico de ventas.

En base a lo anterior, una serie en el tiempo, se encuentra formada de dos factores que fijan el comportamiento del pronóstico y estos son :

- *Factores de Tendencia.*
- *Factores de Estacionalidad.*

La ecuación 2.1<sup>3</sup> muestra las variables de las cuales depende el pronóstico de ventas:

$$P = (D + T) \times E \times C \quad (\text{ec. 2.1})$$

**donde:**

- P** ■ Pronóstico.
- D** ■ Base de la demanda desestacionalizada.
- T** ■ Tendencia que esta sufriendo el producto.
- E** ■ Estacionalidad del mes a planear.
- C** ■ Factores de irregularidad.

---

<sup>2</sup> *D.W.Fogarty, Administración de la Producción e Inventarios, Ed.CECSA 1994, p.104*

<sup>3</sup> *Ibidem, p.102*

## DESCOMPOSICION DE SERIES EN EL TIEMPO

Para entender el comportamiento de la ecuación 2.1 en base a las variables presentes como lo son, la **tendencia y la estacionalidad**, es importante determinar el comportamiento que está sufriendo el producto en base a un historial de datos y como se comportará en un futuro próximo.

A continuación, se dará a conocer el procedimiento para la descomposición de una serie en el tiempo<sup>4</sup> (datos históricos), tomando como base un historial de dos años con el propósito de tener un pronóstico justificado. Se debe tener en cuenta, que entre mayor sea el historial de datos del producto, nos dará como resultado una mejor visión sobre el comportamiento que tendrá el producto en un futuro y entonces se podrá realizar un pronóstico más cercano a la realidad. El procedimiento para la descomposición de una serie en el tiempo; es calcular lo siguiente:

- a) Promedio centrado.
- b) Factores estacionales/mes.
- c) Obtención de los datos desestacionalizados.
- d) Realizar una regresión lineal con la base de datos desestacionalizada.
- e) Obtención de una ecuación de la forma  $ax + b$ , donde  $a$  es la pendiente (tendencia del producto).

**EJEMPLO:** En seguida se dará un ejemplo para calcular un pronóstico de ventas utilizando la técnica de " Mínimos Cuadrados ". En la **tabla 2.1** aparecen los datos utilizados para la generación del pronóstico:

---

<sup>4</sup> G. Box, *Forecasting and Control, Oakland, C.A: Holden day 1970.*

**Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.**

---

**TABLA 2.1': Datos utilizados para la generación del pronóstico.**

<b>No. DE PERIODO</b>	<b>MESES</b>	<b>DEMANDA REAL (UNIDADES)</b>
1	ENE	1,086,067
2	FEB	2,808,264
3	MAR	2,955,240
4	ABR	2,500,000
5	MAY	2,600,000
6	JUN	2,769,402
7	JUL	2,972,970
8	AGO	1,034,294
9	SEP	3,886,340
10	OCT	3,292,780
11	NOV	3,036,960
12	DIC	2,262,842
13	ENE	2,244,026
14	FEB	2,500,345
15	MAR	2,294,749
16	ABR	2,785,720
17	MAY	2,040,849
18	JUN	1,780,584
19	JUL	2,081,385
20	AGO	2,407,645
21	SEP	2,466,800
22	OCT	2,560,290
23	NOV	2,400,000
24	DIC	2,350,200

---

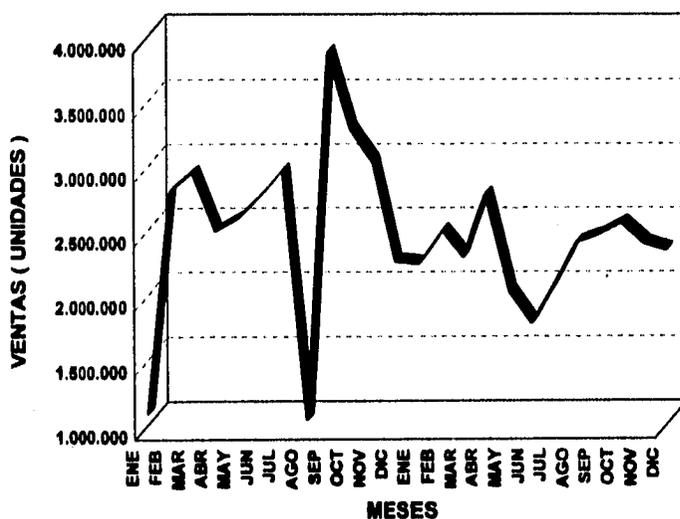
\* Datos tomados aleatoriamente.

## Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.

La gráfica 2.2 muestra la representación del comportamiento de las ventas, generada en base a la tabla 2.1:

GRAFICA 2.2

### DEMANDA REAL VS. TIEMPO



#### **Promedio Centrado.**

Este cálculo se realiza tomando como base los datos de 12 meses. Los datos son sumados y después son divididos entre los 12 datos para obtener un promedio de los datos tomados (**Ver la tabla 2.2**). El propósito es suavizar los picos que se lleguen a encontrar en la gráfica sobre las ventas existentes. El dato obtenido es colocado en el mes del centro, o sea, que para realizar el primer promedio se toman los 12 primeros datos (Enero - Diciembre), se obtiene su promedio y el resultado se coloca en el mes centrado (Julio), siguiendo repetitivamente las mismas operaciones para los períodos

**Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.**

siguientes, de este modo, un promedio que comprenda los meses Febrero - Enero su resultado se colocará en Agosto, y así sucesivamente. La ecuación es:

$$\text{PROMEDIO MOVIL} = \Sigma(12 \text{ MESES}) / 12$$

(ec. 2.2)

**TABLA 2.2. Obtención del promedio centrado.**

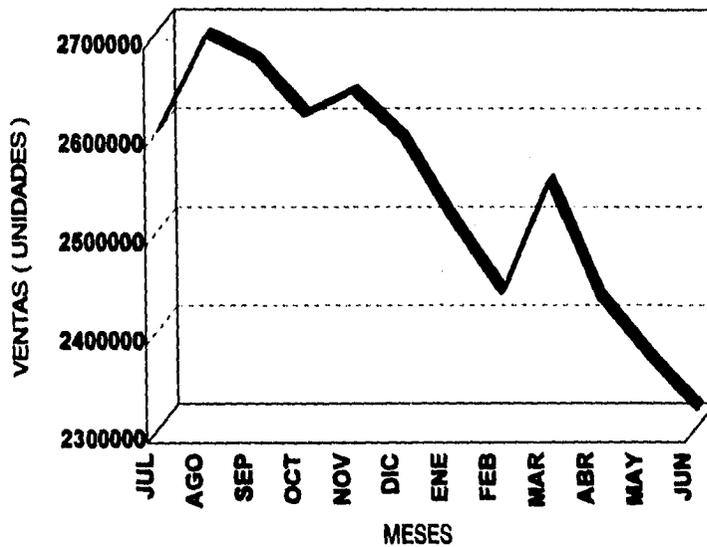
No. DE PERÍODO	MESES	DEMANDA REAL (UNIDADES)	PROMEDIO CENTRADO
1	ENE	1,086,067	
2	FEB	2,808,264	
3	MAR	2,955,240	
4	ABR	2,500,000	
5	MAY	2,600,000	
6	JUN	2,769,402	
7	JUL	2,972,970	2,600,430
8	AGO	1,034,294	2,696,927
9	SEP	3,886,340	2,671,267
10	OCT	3,292,780	2,616,226
11	NOV	3,036,960	2,640,036
12	DIC	2,262,842	2,593,440
13	ENE	2,244,026	2,511,038
14	FEB	2,500,345	2,436,740
15	MAR	2,294,749	2,551,185
16	ABR	2,785,720	2,432,890
17	MAY	2,040,849	2,371,850
18	JUN	1,780,584	2,318,770
19	JUL	2,081,385	
20	AGO	2,407,645	
21	SEP	2,466,800	
22	OCT	2,560,290	
23	NOV	2,400,000	
24	DIC	2,350,200	

**Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.**

La representación aparece en la gráfica 2.3 como consecuencia de los datos de la tabla 2.2:

**GRAFICA 2.3**

**PROMEDIO CENTRADO VS. TIEMPO**



**Factor estacional.**

Los factores estacionales son calculados para cada mes. El factor de estacionalidad, es la razón que existe entre el promedio centrado de 12 meses y las ventas reales de ese mes. Este factor indica qué tanto se vende cada mes respecto al promedio (**Ver en la tabla 2.3**). Si las ventas reales son mayor que el promedio centrado, el factor estacional será mayor a 1, por el contrario, si las ventas reales son menores al promedio centrado entonces el valor del factor estacional será menor a 1. Es decir, si el resultado del factor estacional es 1.5 indica que en ese período se vendió un 50 % más

**Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.**

que el promedio de ventas, y si dicho factor es **0.50**, quiere decir que en ese mes se vendió un **50 %** menos que el promedio de las ventas de todos los meses.

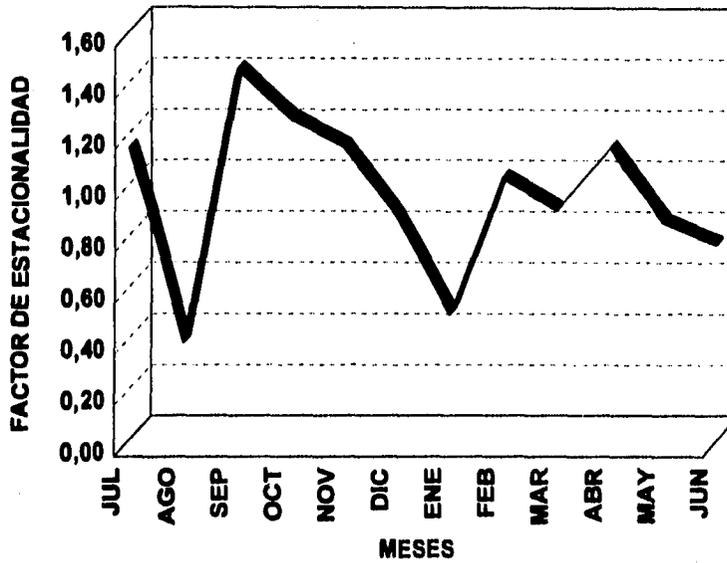
**TABLA 2.3: Obtención del factor de estacionalidad.**

No. DE PERÍODO	MESES	DEMANDA REAL (UNIDADES)	PROMEDIO CENTRADO	FACT. EST.
1	ENE	1,086,067		0.8937
2	FEB	2,808,264		1.0261
3	MAR	2,955,240		0.8995
4	ABR	2,500,000		1.1450
5	MAY	2,600,000		0.8604
6	JUN	2,769,402		0.7679
7	JUL	2,972,970	2,600,430	1.1433
8	AGO	1,034,294	2,696,927	0.3835
9	SEP	3,886,340	2,671,267	1.4549
10	OCT	3,292,780	2,616,226	1.2586
11	NOV	3,036,960	2,640,036	1.1503
12	DIC	2,262,842	2,593,440	0.8725
13	ENE	2,244,026	2,511,038	0.8937
14	FEB	2,500,345	2,436,740	1.0261
15	MAR	2,294,749	2,551,185	0.8995
16	ABR	2,785,720	2,432,890	1.1450
17	MAY	2,040,849	2,371,850	0.8604
18	JUN	1,780,584	2,318,770	0.7679
19	JUL	2,081,385		1.1433
20	AGO	2,407,645		0.3835
21	SEP	2,466,800		1.4549
22	OCT	2,560,290		1.2586
23	NOV	2,400,000		1.1503
24	DIC	2,350,200		0.8725
25	ENE			0.8937
26	FEB			1.0261
27	MAR			0.8995
28	ABR			1.1450
29	MAY			0.8604
30	JUN			0.7679
31	JUL			1.1433
32	AGO			0.3835
33	SEP			1.4549
34	OCT			1.2586
35	NOV			1.1503
36	DIC			0.8725

La representación aparece en la gráfica 2.4 como consecuencia de los datos de la tabla 2.3:

GRAFICA 2.1

## FACTOR DE ESTACIONALIDAD VS. TIEMPO



### **Obtención de los datos desestacionalizados.**

Se divide la demanda real (la cual tiene estacionalidad) entre el factor de estacionalidad y se obtiene una serie de datos Desestacionalizados. Debido a que los efectos de estacionalidad fueron eliminados, los datos del **promedio centrado** son también conocidos como datos Desestacionalizados.

Esta base de datos desestacionalizada refleja las ventas que habrían si no existiera estacionalidad, o sea, si la demanda se comporta constante durante todo el año.

**Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.**

**Realizar una regresión lineal con la base de datos desestacionalizada.**

Con esta base de datos, se hace una regresión de tipo lineal (Ver en la tabla 2.4) utilizando el método matemático de *mínimos cuadrados* y obteniendo una ecuación de la forma  $y = ax + b$ , donde  $b$  es el valor del eje "y" al cortar con la recta, "x" es el número del período y "a" es el valor de la pendiente, ya sea ascendente o descendente. Esta pendiente es lo que se conoce como **Tendencia del Producto**.

**TABLA 2.4: Datos utilizados para el cálculo de la tendencia del producto.**

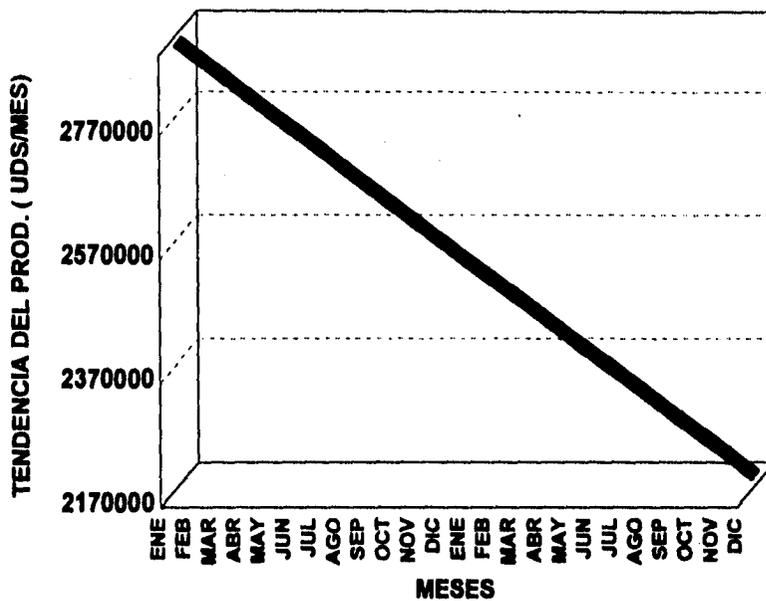
No. DE PERIODO	MESES	DEMANDA REAL (UNIDADES)	PROMEDIO CENTRADO	TENDENCIA DEL PRODUCTO
1	ENE	1,086,067		2,886,963
2	FEB	2,808,264		2,856,508
3	MAR	2,955,240		2,826,053
4	ABR	2,500,000		2,795,598
5	MAY	2,600,000		2,765,143
6	JUN	2,769,402		2,734,688
7	JUL	2,972,970	2,600,430	2,704,233
8	AGO	1,034,294	2,696,927	2,673,778
9	SEP	3,886,340	2,671,267	2,643,323
10	OCT	3,292,780	2,616,226	2,612,868
11	NOV	3,036,960	2,640,036	2,582,413
12	DIC	2,262,842	2,593,440	2,551,958
13	ENE	2,244,026	2,511,038	2,521,503
14	FEB	2,500,345	2,436,740	2,491,048
15	MAR	2,294,749	2,551,185	2,460,593
16	ABR	2,785,720	2,432,890	2,430,138
17	MAY	2,040,849	2,371,850	2,399,683
18	JUN	1,780,584	2,318,770	2,369,228
19	JUL	2,081,385		2,338,773
20	AGO	2,407,645		2,308,318
21	SEP	2,466,800		2,277,863
22	OCT	2,560,290		2,247,408
23	NOV	2,400,000		2,216,953
24	DIC	2,350,200		2,186,498
25	ENE			2,156,043
26	FEB			2,125,588
27	MAR			2,095,133
28	ABR			2,064,678
29	MAY			2,034,223
30	JUN			2,003,768
31	JUL			1,973,313
32	AGO			1,942,858
33	SEP			1,912,403
34	OCT			1,881,948
35	NOV			1,851,493
36	DIC			1,821,038

**Capítulo 2.** Pronóstico de Ventas.

La representación aparece en la gráfica 2.5 como consecuencia de los datos de la tabla 2.4:

**GRAFICA 2.5**

**TENDENCIA DEL PRODUCTO VS. TIEMPO**



La tendencia está dada en unidades y puede ser negativa o positiva. Los datos generados por ésta **regresión lineal** contienen una línea de tendencia, la cual es de vital importancia en la realización de un pronóstico, ya que marca el comportamiento histórico del mercado.

A éstos datos desestacionalizados y con tendencia integrada, se les multiplica por el factor estacional del mes que se tenga para generar datos con *tendencia y estacionalidad incluidos*. Los datos que dan como resultado son los datos del pronóstico (Ver la tabla 2.5).

**Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.**

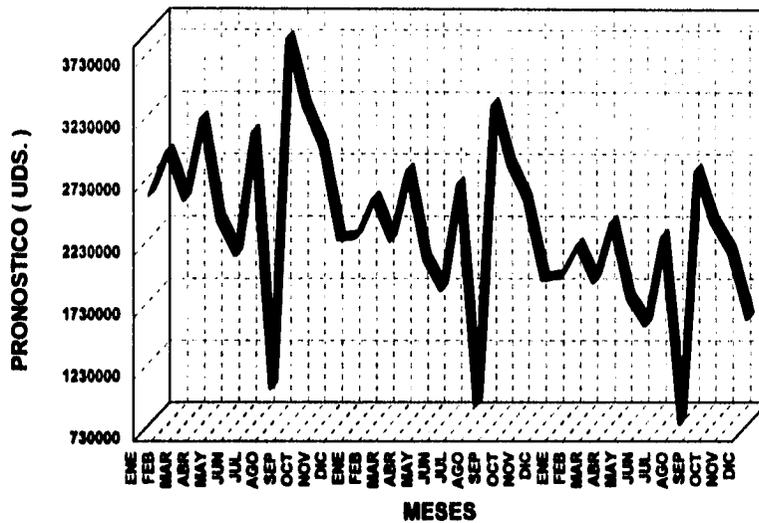
**TABLA 2.5. Obtención del pronóstico de ventas.**

No. DE PERIODO.	MESES	DEMANDA REAL	FAC. DE EST.	TENDENCIA DEL PRODUCTO	PRONOSTICO
1	ENE	1,086,067	0.8937	2,886,963	2,580,079
2	FEB	2,808,264	1.0261	2,856,508	2,931,063
3	MAR	2,955,240	0.8995	2,826,053	2,542,035
4	ABR	2,500,000	1.1450	2,795,598	3,200,960
5	MAY	2,600,000	0.8604	2,765,143	2,379,129
6	JUN	2,769,402	0.7679	2,734,688	2,099,967
7	JUL	2,972,970	1.1433	2,704,233	3,091,644
8	AGO	1,034,294	0.3835	2,673,778	1,025,416
9	SEP	3,886,340	1.4549	2,643,323	3,845,686
10	OCT	3,292,780	1.2586	2,612,868	3,288,554
11	NOV	3,036,960	1.1503	2,582,413	2,970,674
12	DIC	2,262,842	0.8725	2,551,958	2,226,648
13	ENE	2,244,026	0.8937	2,521,503	2,253,378
14	FEB	2,500,345	1.0261	2,491,048	2,556,071
15	MAR	2,294,749	0.8995	2,460,593	2,213,263
16	ABR	2,785,720	1.1450	2,430,138	2,782,568
17	MAY	2,040,849	0.8604	2,399,683	2,064,798
18	JUN	1,780,584	0.7679	2,369,228	1,819,331
19	JUL	2,081,385	1.1433	2,338,773	2,673,919
20	AGO	2,407,645	0.3835	2,308,318	885,240
21	SEP	2,466,800	1.4549	2,277,863	3,314,063
22	OCT	2,560,290	1.2586	2,247,408	2,828,588
23	NOV	2,400,000	1.1503	2,216,953	2,550,161
24	DIC	2,350,200	0.8725	2,186,498	1,907,720
25	ENE		0.8937	2,156,043	1,926,856
26	FEB		1.0261	2,125,588	2,181,066
27	MAR		0.8995	2,095,133	1,884,572
28	ABR		1.1450	2,064,678	2,364,056
29	MAY		0.8604	2,034,223	1,750,245
30	JUN		0.7679	2,003,768	1,538,693
31	JUL		1.1433	1,973,313	2,256,089
32	AGO		0.3835	1,942,858	745,086
33	SEP		1.4549	1,912,403	2,782,355
34	OCT		1.2586	1,881,948	2,368,620
35	NOV		1.1503	1,851,493	2,129,772
36	DIC		0.8725	1,821,038	1,588,856

**Capítulo 2. Pronóstica de Ventas .**

La representación aparece en la gráfica 2.6 como consecuencia de los datos de la tabla 2.5:

**GRAFICA 2.6**  
**PRONOSTICO VS. TIEMPO**



En base al ejemplo anterior y mediante los cálculos realizados se pudo deducir la siguiente ecuación lineal :  $y = ax + b$ .

$$y = 2,917,418 - 30,455 ( X )$$

(ec. 2.3)

## **Capítulo 2. Pronóstico de Ventas .**

---

### **Ejemplo del cálculo del pronóstico generado, utilizando el método de mínimos cuadrados.**

Los pasos que se siguieron para la generación del pronóstico son:

#### **1) Promedio Móvil (tabla 2.2):**

$$\text{PROM. MOVIL} = \Sigma(\text{DEMANDA DE LA DEMANDA REAL DE 12 MESES})/12$$

$$\text{PROM. MOVIL} = 2,600,430$$

*Nota: Se cuentan con 24 datos y al calcular el valor del promedio móvil se reducen a 12 valores. Si contáramos con 36 valores entonces se reducirían a 24 valores y así sucesivamente.*

#### **2) Factor Estacional ( tabla 2.3 ):**

$$\text{FACTOR ESTACIONAL} = \text{DEMANDA REAL}/\text{PROM. MÓVIL}$$

$$\text{FACTOR ESTACIONAL} = 2,600,430/2,972,970 = 1.1433$$

(Correspondiente al mes de Julio)

*Nota: Esto se hace para cada mes. Si se observa en la tabla 2.3 el dato obtenido para este mes (Julio) le corresponde a todos los meses de Julio.*

#### **3) Obtención de la ecuación lineal mediante una regresión lineal utilizando el método de mínimos cuadrados:**

Tomando los datos de la tabla 2.4 (período 7 al 18) y realizando una regresión lineal se obtuvo la ecuación 2.3 (mostrada ya con anterioridad):

## Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.

**TABLA 2.6: Datos calculados en Excel mediante una regresión lineal.**

<b>b</b> (punto de intersección al eje y)	2,917,418
<b>a</b> (pendiente)	-30,455
Coef. de correlación al cuadrado.	0.8069

**Nota.** Los valores de el punto de intersección, b, la pendiente, a y el coeficiente de correlación al cuadrado pudieron haberse calculado usando las ecuaciones que aparecen en la sección Técnicas comunes para la generación de pronósticos, correspondiente al método de mínimos cuadrados.

De lo tablo anterior se puede formar lo ecuación (ec. 2.3) con lo cual se calcularon los valores de tendencia:

$$y = 2,917,418 - 30,455 ( X )$$

**donde:**

**y**= Tendencio que esto sufriendo el producto.

**X**= Período ( mes ).

entonces:

para el período 1 ( ENE )  $y = 2,917,418 - 30,455 ( 1 ) = 2,886,963$

poro el período 2 ( FEB )  $y = 2,917,418 - 30,455 ( 2 ) = 2,856,508$

**Nota:** Estos mismos cálculos se hacen para los demás datos.

## **Capítulo 2. Pronóstico de Ventas .**

---

### **4) Generación del Pronóstico ( tabla 3.5 ):**

Se multiplica el valor de la Tendencia del Producto por su correspondiente Factor Estacional. Ejemplo:

Período I (enero)

Factor Estacional= 0.893

PRONOSTICO= 2,886,963 x 0.8937

Tendencia= 2,886,963

**PRONOSTICO= 2,580,079**

**Nota:** Estos mismos cálculos se realizan para los demás datos.

## **CONCEPTOS IMPORTANTES EN EL PRONOSTICO DE VENTAS**

### ***Estacionalidad.***

La estacionalidad es un factor que refleja período por período el nivel de ventas de cada artículo.

Por ejemplo, en el mercado de los juguetes, existen meses en el año en el que la demanda aumenta sensiblemente como lo son en los meses de abril y diciembre.

En estos meses los factores de estacionalidad serán muy altos, y se sabe de antemano que hay que producir muchos juguetes para esa época ya que se van a vender más. Así mismo, hay meses en los que la demanda disminuye como lo son en el mes de junio, el cual indica que el factor estacional será muy bajo, por lo que no es necesario producir muchos artículos.

### ***Tendencia.***

Muestra el comportamiento promedio de la ventas de un artículo. En base a éste concepto se observa el comportamiento histórico del artículo en el mercado. Si realizamos una gráfica de tendencia vs. tiempo observaremos si el artículo decrece en sus ventas o si está incrementando su mercado y en qué proporción.

***Factor de irregularidad.***

Se pueden definir rangos dentro de la base de datos para eliminar irregularidades o "PICOS" en la demanda que nos demuestren la realidad del promedio de ventas para un producto.

La finalidad de éste concepto es de gran utilidad en la generación de cualquier tipo de pronóstico cuya finalidad es controlar los valores de la base de datos de la demanda que sean " PICOS ", ya sea un mes con faltantes en que no se vendió nada o muy poco, o meses cuya venta fue excepcionalmente elevada y se sale del promedio normal de ventas. El método consiste en sustituir el valor de éstos meses excepcionalmente bajos o altos por los valores máximos y mínimos que se realizan tomando como base la línea de tendencia. Por ejemplo, si damos un valor de 25, se calcula la línea de tendencia con la base de datos de ventas existente, y a partir de ésta línea calculada, se toman en cuenta los valores que se encuentren 25% arriba y 25% abajo de dicha línea, y los que se quedan fuera, son sustituidos por el valor máximo o mínimo aceptable según sea el caso.

## **TECNICAS COMUNES PARA GENERAR PRONOSTICOS**

Es de gran importancia mencionar el funcionamiento de algunas de las técnicas para la generación de pronósticos<sup>5</sup> y lo útil que son para la realización de los planes de venta futuros. Hoy en la actualidad, las empresas cuentan con herramientas computacionales para la generación de los pronósticos seleccionando la técnica más apropiada y aquella que proporcione los datos más confiables y con la menor desviación; por eso resulta obsoleto que los cálculos se realicen manualmente. A continuación aparecen las técnicas más comunes para la generación de pronósticos:

---

<sup>5</sup> D.W.Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios*, Ed.CECSA 1994, p.104-126

## Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.

### Aproximación por Mínimos Cuadrados.\*

Este método ya fue usado en el ejemplo anterior (descomposición de series en el tiempo). El método es propiamente recomendable para artículos cuyo comportamiento sea bastante estable y los factores de estacionalidad sean cercanos a 1.

Los pasos que se siguieron durante la elaboración del pronóstico fueron los siguientes:

- Pramedio centrada.
- Factores estacionales/mes
- Obtención de los datos desestacionalizados.
- Realizar una regresión lineal con la base de datos desestacionalizada.
- Obtención de una ecuación de la forma  $ax + b$ , donde  $a$  es la pendiente (tendencia del producto).

En éste método es aplicada la siguiente ecuación matemática:

$$y = ax + b$$

$$a = \frac{(\sum x^2)(\sum y) - (\sum x)(\sum xy)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (\text{ec. 2.4})$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (\text{ec. 2.5})$$

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{((n\sum x^2 - (\sum x)^2) \cdot (n\sum y^2 - (\sum y)^2))^{0.5}} \quad (\text{ec. 2.6})$$

El coeficiente de correlación,  $r$ , varía entre un intervalo 0 y 1, y cuando su valor se acerca a "1", indica que los datos presentan un comportamiento lineal y cuando su valor se acerca más a "0", indica que los datos no presentan un comportamiento lineal, deduciéndose que no sería el mejor método para la aproximación de los datos.

\* Ver Descomposición de Series en el Tiempo.

† R. Luthé, A. Rivera, Métodos Numéricos, Ed. LIMUSA 1980, p. 186

‡ Ibidem.

## Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.

---

donde:

- $y^*$  Indica la tendencia del producto.
- $y^r$  Es el valor de la demanda real.
- $x^*$  Indica el número de período.
- $x_i$  Es el número de período correspondiente a cada  $y_i$ .
- $b$  Es el valor del eje  $y$  al cortar con la recta.
- $a$  Es el valor de la pendiente
- $n$  Indica el número de datos.
- $r$  Coeficiente de correlación.

### ***Método del Promedio Móvil.***

Es una de las técnicas más sencillas para poder pronosticar las series en el tiempo. El método consiste en tomar una serie de datos basada en la demanda real tenida durante al menos dos años. Este método es recomendable usarse cuando las ventas de un producto no tienen ninguna tendencia o estacionalidad.

El primer paso, es tomar los primeros 3 valores de la serie de datos, sumarlos y dividirlos entre el número de valores tomados y el resultado obtenido colocarlo en el cuarto dato. Las ecuaciones para el cálculo del promedio móvil son las siguientes:

$$D_{1,2,3} = (D_1 + D_2 + D_3)/3 = F_4 \quad (\text{ec. 2.7})$$

$$D_{2,3,4} = (D_2 + D_3 + D_4)/3 = F_5 \quad (\text{ec. 2.8})$$

donde:

- $D_i$  = Demanda actual en el período  $i$ .
- $F_i$  = Pronóstico de la demanda en el período  $y$ .

El número de datos tomados para la realización del promedio móvil, es recomendable que se realice entre 3 ó 4 períodos para que exista un mínimo de error. Si se toman nuevamente los datos correspondientes a la tabla 2.1 y se calcula el promedio móvil utilizando las ecuaciones 2.7 y 2.8 se obtienen los siguientes resultados:

## Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.

$$D_{1,2,3} = (D_1 + D_2 + D_3)/3 = (1,086,067 + 2,808,264 + 2,955,240)/3 = 2,283,190$$

$$D_{2,3,4} = (D_2 + D_3 + D_4)/3 = (2,808,264 + 2,955,240 + 2,500,000)/3 = 2,754,501$$

*Nota:* Estos mismos cálculos se realizan para los demás datos.

**TABLA 2.7: Promedio móvil.**

PERIODO	MES	DEMANDA REAL	PROMEDIO MOVIL
1	ENE	1,086,067	
2	FEB	2,808,264	
3	MAR	2,955,240	
4	ABR	2,500,000	2,283,190
5	MAY	2,600,000	2,754,501
6	JUN	2,769,402	2,685,080
7	JUL	2,972,970	2,623,134
8	AGO	1,034,294	2,780,791
9	SEP	3,886,340	2,258,889
10	OCT	3,292,780	2,631,201
11	NOV	3,036,960	2,737,805
12	DIC	2,262,842	3,405,360

### **Método de los Promedios Móviles Ponderados.**

Este método es semejante al método pasado (promedio móvil) y el pronosticador toma en cuenta los datos más recientes que los antiguos. El método consiste en dar una ponderación mayor a los datos más recientes. El promedio móvil ponderado, es calculado multiplicando la demanda real correspondiente a cada período, por un factor de ponderación, cuya magnitud va en función del grado de ponderación que se le quiera dar a los datos más recientes y el resultado se divide entre la suma de todos los factores de ponderación. Las ecuaciones son las siguientes:

$$D_{1,2,3} = (D_1 + 5 D_2 + 7 D_3)/(1+5+7) = F_1 \quad (\text{ec.2.9})$$

$$D_{2,3,4} = (D_2 + 5D_3 + 7 D_4)/(1+5+7) = F_2 \quad (\text{ec. 2.10})$$

## Capítulo 2. Pronóstico de Ventas .

donde:

$D_i$  = Demanda actual en el período  $i$ .

$F_i$  = Pronóstico de la demanda en el período  $i$ .

**Nota:** Los números de ponderación 1,5,7 fueron tomados aleatoriamente y que su magnitud depende de la ponderación que se le quiera dar a los datos más recientes.

Realizando los cálculos tomando en cuenta las ecuaciones 2.9 y 2.10 se tienen los siguientes resultados.

$$D_{1,2,3} = (D_1 + 5 D_2 + 7 D_3) / 13 = (1,086,067 + 5 \times 2,808,264 + 7 \times 2,955,240) / 13 = 2,754,928$$

$$D_{2,3,4} = (D_2 + 5 D_3 + 7 D_4) / 13 = (2,808,264 + 5 \times 2,955,240 + 7 \times 2,500,000) / 13 = 2,698,805$$

**TABLA 2.8: Comparación del promedio móvil y el promedio móvil ponderado.**

PERIODO	MES	DEMANDA REAL	PROMEDIO MOVIL	ERROR AL CUADRADO	PROMEDIO MOVIL POND.	ERROR AL CUADRADO
1	ENE	1,086,067				
2	FEB	2,808,264				
3	MAR	2,955,240				
4	ABR	2,500,000	2,283,190	47,006,431,560	2,754,928	64,988,402,843
5	MAY	2,600,000	2,754,501	23,870,662,002	2,698,805	9762412824
6	JUN	2,769,402	2,685,080	7,110,199,684	2,588,865	32593747244
7	JUL	2,972,970	2,623,134	122,385,226,896	2,683,524	83778897856
8	AGO	1,034,294	2,780,791	3,050,250,606,678	2,865,985	3.35509E+12
9	SEP	3,886,340	2,258,889	2,648,597,842,368	1,913,408	3.89246E+12
10	OCT	3,292,780	2,631,201	437,686,332,188	2,719,140	3.29063E+11
11	NOV	3,036,960	2,737,805	89,493,913,462	3,347,343	96337367933
12	DIC	2,262,842	3,405,360	1,305,347,380,324	3,200,689	8.79557E+11
<b>SUMA DE ERRORES</b>				<b>7.73E+12</b>		<b>8.74363E+12</b>

**Nota:** Se puede observar que para éste caso, es factible utilizar el método del promedio móvil para la realización del pronóstico ya que al sumar la cantidad de errores al cuadrado se encontró que el método de promedios móviles ponderados presentaba el mayor error. Entonces aquel método que presente el menor error es el que será usado.

## Capítulo 2. Pronóstico de Ventas .

### **Método de Suavización Exponencial.**

El método es semejante al de promedios móviles ponderados. La ventaja de éste método, es que hace uso de pocos datos, ya que sólo requiere la demanda actual,  $D_n$ , el último pronóstico realizado,  $F_n$ , más alguna fracción,  $\alpha$ , del error pronosticado ( $D_n - F_n$ ). Los Valores de  $\alpha$  grandes dan una mayor ponderación a los datos más recientes de la demanda actual y menor ponderación a los valores más antiguos. De lo anterior si la proyección a futuro  $F$ , para el período es  $F_n$  y para la demanda actual para el período  $n$  es  $D_n$ , entonces se puede pronosticar que para el siguiente período es  $F_n$  más alguna fracción,  $\alpha$ , debida al error sufrido entre el pronóstico y la demanda ( $D_n - F_n$ ). Otra de las ventajas de éste método es, que la gente encargada en la elaboración de los pronósticos toma decisiones rápidas para saber cuanto se tiene planeado vender en intervalos de tiempo cortos.

Por lo tanto, la ecuación para el cálculo del pronóstico utilizando el método de suavización exponencial es la siguiente:

$$F_{n+1} = F_n + \alpha (D_n - F_n) \quad (\text{ec.2.11})$$

En la tabla 2.9 aparecen una serie de datos donde se visualizará mejor el uso del método de la suavización exponencial.

**TABLA 2.9: Método de la suavización exponencial.**

$\alpha$	PERIODO	MES	DEMANDA *	PRONOSTICO
			<b>ACTUAL</b>	
	n	ene	120	140*
0.30	n+1	feb	100	134 (calculado)
0.30	n+2	mar	150	100 (calculado)

\* Valores tomados aleatoriamente.

## **Capítulo 2. Pronóstico de Ventas.**

---

De la tabla 2.9 y realizando los cálculos con la ecuación 2.11 se obtienen los siguientes resultados:

**Demanda actual ( $D_n$ ) = 120 unidades.**

**Ultimo pronóstico ( $F_n$ ) = 140 unidades.**

**Valor de  $\alpha = 0.30$**

$$F_{n+1} = (0.30)(120) + (1-0.30)(140) = 134 \text{ unidades.}$$

Ahora, se debe recordar que para el período  $n + 2$  el pronóstico que se toma es el generado en el período  $n + 1$  ( 134 unidades ) y la demanda actual para el período  $n+1$  es 100 unidades. El pronóstico para el período  $n + 2$  es, entonces:

$$F_{n+2} = (0.30)(100) + (1-0.30)(134) = 100 \text{ unidades.}$$

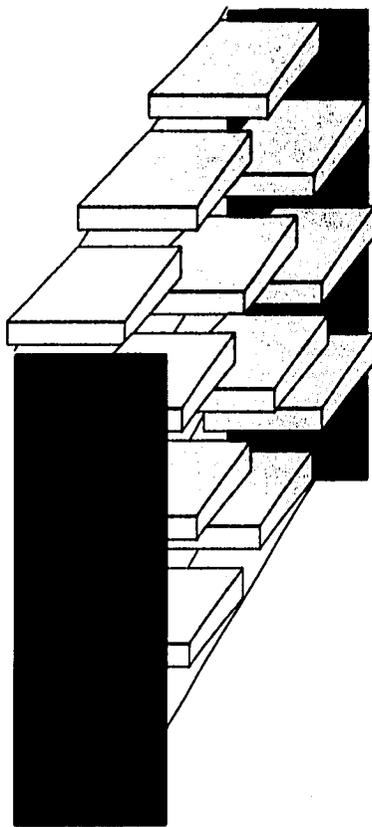
### **Método de "Nuevo Pronóstico = Viejo Pronóstico".<sup>8</sup>**

Es el método más simple para la generación de un pronóstico. Este método proyecta la demanda futura copiando el pronóstico del año pasado con el nuevo año. No existen correcciones con estacionalidad y tendencia. Es aplicado para productos cuyo comportamiento no responda a una periodicidad anualizada y sin una tendencia definida.

---

<sup>8</sup> P. Newbold, T. Boss, *Introductory Business Forecasting*, South-Western Publishing Co., 1990.

# POLITICA DEL MANEJO DE INVENTARIOS



# III

## POLITICA DEL MANEJO DE INVENTARIOS

---

El manejo de inventarios es indispensable en cualquier empresa y constituye un punto a tratar bastante importante, ya que su manejo debe de realizarse con un buen control administrativo. En base a lo anterior es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos importantes en el almacenaje de materiales:

- *Tener en inventario solamente aquellos artículos de mayor consumo. (materia prima, productos semiterminados y terminados, herramientas, etc.).*
- *Contar con inventarios mínimos para la reducción de costos.*

Las grandes empresas productoras cuentan siempre con inventarios para abastecer los requerimientos solicitados por el cliente y además para contar con los materiales indispensables para el comienzo de la producción.

Uno de los principales objetivos de la administración de inventarios, es el contar con inventarios mínimos, con el objetivo de reducir costos, impuestos, deterioro de artículos (materia prima, semiterminados, producto terminado, etc.).

La falta de algún material en inventario podría detener una o varias líneas de la producción.

En este capítulo aparecerán una serie de ejemplos sencillos, para que el usuario pueda entender rápidamente los conceptos y en un momento dado pueda tomar decisiones propias.

A continuación se mencionarán los principales puntos a tratar en el manejo de materiales para el buen control de inventarios:

1. *Algunas formas de producir por las compañías.*
2. *Diseños de los procesos de producción.*
3. *Inventarios en el ambiente de producción.*
4. *Ventajas y desventajas de tener inventarios.*
5. *Servicio al cliente.*

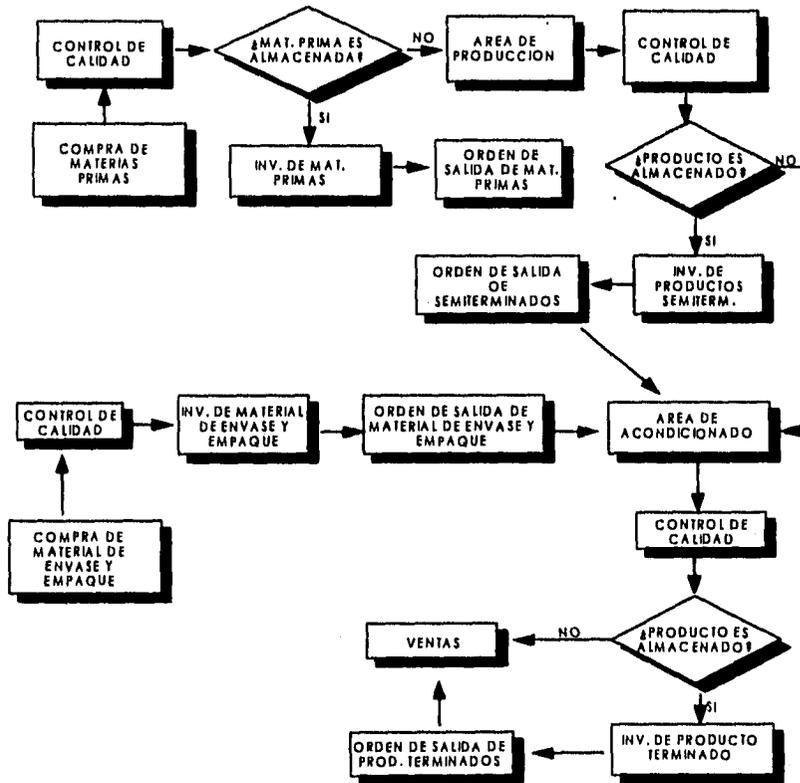
**Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

6. Decisiones y análisis ABC de inventarios.
7. Inventarios de seguridad.
8. Almacenes y localización de inventarios.

La gráfica 3.1 refleja una idea de como se encuentra organizado un **sistema de inventarios** en una empresa dedicada a la producción:

**GRAFICA 3.1**

**CONTROL DE INVENTARIOS**



## **ALGUNAS FORMAS DE PRODUCIR POR LAS COMPAÑIAS**

Cada compañía establece sus propias políticas sobre el manejo de los materiales, estableciéndolas de acuerdo al producto o productos que fabrica. Realmente es una tarea donde absolutamente todo el personal de la compañía tiene que participar en la toma de decisiones. Entre las diversas formas de producir que realizan cada una de las compañías<sup>1, 2</sup> se encuentran las siguientes:

- A.** Producir contra inventario (mantener un inventario de producto terminado).
- B.** Ensambiar producto terminado contra pedido (mantener un inventario de ensambles, subensambles y otros tiempos de material para el acondicionamiento del producto).
- C.** Diseño de algún producto especial al cliente contra pedido así como también fabricar contra pedido.

Claro esta, que la producción puede ser diversa y existan compañías que fabriquen sus productos en base a una mezcla de las tres formas de producir citadas con anterioridad. Si se toma como ejemplo de aquellas empresas que fabrican maquinaria para la construcción, en inventario mantendrán aquella maquinaria de mayor consumo y existirán casos en los que el cliente solicite un equipo especial con distintas características, esto indica que el producto no puede mantenerse en inventario, ya que solamente se consume en casos especiales.

### ***Producir contra Inventario.***

Las compañías toman la decisión de producir contra inventario aquellos artículos de mayor consumo con una buena calidad, precios razonables, del anaquel. El cliente no está dispuesta a tolerar que el producto se le entregue con retraso la empresa perdería el negocio frente a los competidores que tienen los artículos adecuados. En base a lo anterior es importante que la administración lleve el control de un inventario de productos terminados para darle un mejor servicio al cliente cuando este lo requiera de inmediato.

---

<sup>1</sup> R.K.Lester, *Commission on Industrial Productivity, EDGE 1989.*

<sup>2</sup> D.W.Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios, Ed.CECSA 1994, 1-4*

***Producir Ensamblados contra Pedido.***

Su finalidad es ofrecer una gran variedad de productos finales contra pedido. Las empresas deben contar con todas las partes necesarias para la terminación del producto. El cliente debe quedar de acuerdo con la compañía en tener el producto en un corto tiempo de ensamblado. Por lo general los tiempos de ensamblado deben ser cortos.

Si se considera el ejemplo de la industria automotriz, existirán casos en el que el cliente solicite autos con o sin estéreos, con o sin aire acondicionado, etc.

***Fabricación contra Pedido.***

En este caso, la producción solamente se realiza para la fabricación de artículos especiales. El cliente debe planear bien sus estrategias para la obtención del producto y estando en contacto con la empresa está dispuesto a esperar unos días o hasta varios años para la fabricación de su producto. Claro esta, que el cliente elegirá aquella empresa que entregue el producto a un costo óptimo y en el menor tiempo. Un ejemplo sería la industria de maquinaria utilizada para la construcción. Las compañías que fabrican contra pedido, con frecuencia realizan la compra de los materiales después de recibir el pedido.

## **DISEÑOS DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION**

Cada industria presenta su propio estilo de producir. Es por eso que entre los importantes procesos de producción están los continuos y los intermitentes o en lotes.<sup>3</sup>

***Procesos continuos.***

Este tipo de proceso se encuentra en aquellas industrias dedicadas a la producción donde el proceso no puede ser interrumpido y tiene que trabajar durante todo el día. Este tipo de proceso es referido a la producción o al procesamiento de fluidos, polvos o algunos otros artículos a granel. La petroquímica básica, la industria del resistol, la industria del papel, la industria de tratamientos de aguas, e'tc., son algunas cuyos procesos son

---

<sup>3</sup> New, C. Collu, "A new Strategy for Components Production", *Production and Inventory Management*, p.50-62

### **Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

---

continuos. Por ejemplo una refinería de petróleo que refina gradualmente el petróleo crudo en varios productos de petróleo.

#### ***Proceso intermitente o en lotes.***

El proceso de producción en lotes o intermitente es empleado por aquellas empresas en las que por un mismo equipo se producen varios productos. Debido a los largos tiempos de preparación en la fábrica para la producción por lotes, las corridas para cada producto tardan normalmente, varias horas o incluso varios días. Pueden existir que en la misma planta se generen una producción continua de una serie de lotes, y se puede mencionar como ejemplo el caso de la industria del llenado de botellas, en las que se llenan botellas con diversa clase de líquido. Como caso importante, debe existir la preparación del equipo al cambiar la clase de llenado, esto con el propósito de que no exista contaminación del producto. En algunos casos puede llegar hasta cambiar el tamaño de la botella ocasionando que los operadores modifiquen la altura de la maquinaria.

Otro ejemplo de un proceso en lotes, lo es la industria farmacéutica.

Cuando no existe una planeación adecuada para la producción, puede presentarse el caso de que haya interrupciones en el proceso de producción. Lo que se quiere decir con esto, es que exista un proceso más continuo tratando así de optimizar el tiempo. Esto no solamente depende del planeador, sino de la forma como el cliente solicite sus pedidos y de esta manera no exista un exceso de inventarios.

## **INVENTARIOS EN EL AMBIENTE DE PRODUCCION**

En general las empresas cuentan con uno o varios tipos de inventarios (de inmuebles, papelería, herramientas, etc.), pero en nuestro caso estamos orientados hacia el **Area Productiva**, como lo es la Industria Manufacturera, la cual involucra los inventarios más importantes.

#### ***Inventario de Materias Primas.***

Son componentes indispensables para la producción, el faltante de uno de ellos podría detener parcial o totalmente la producción provocando pérdidas a la compañía y retrasos en el tiempo de entrega de los productos.

### **Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

---

Son los materiales que tienden a sufrir un cambio físico o químico durante el proceso (reactor, una máquina, una caldera, etc.) obteniendo así productos semiterminados .

Son obtenidos por el departamento de compras, tratando de encontrar entre el proveedor o proveedores los precios más económicos y a su vez que el tiempo de respuesta sea el más óptimo.

El requerimiento lo hace el departamento de planeación al darse cuenta que en almacén no existe el material o materiales necesarios, enviando la requisición al departamento de compras. De esta manera el departamento de compras se comunica con el proveedor para la generación del pedido.

En base a ésto el agente de compras tiene que tomar los criterios de los proveedores, para que el material (materia prima) se encuentre disponible en el momento que se requiera para iniciar el proceso de fabricación.

#### ***Inventario de Producto Semiterminado.***

Una vez que las materias primas han sido procesadas son obtenidos los productos semiterminados o productos parcialmente Terminados, el cual serán almacenados y posteriormente se utilizará para obtener un producto totalmente terminado.

Algunas empresas hacen uso de éste tipo de inventario y cuando llega a faltar algún semiterminado no puede pasar a la etapa de acondicionamiento (obtención de productos terminados), y el proceso será interrumpido.

#### ***Inventario de Material de Envase y Empaque.***

Este tipo de materiales son necesarios (envase y empaque) para que junto con los productos semiterminados (almacenados o en proceso) se formen productos terminados. Por eso, es necesario contar con este tipo de Inventarios en la fecha requerida.

El departamento de planeación será el encargado de Informarle al Supervisor o Jefe del almacén de Material de Envase y Empaque la salida de materiales por la cantidad requerida. Este tipo de materiales también son considerados como materias primas.

#### ***Inventario de Producto Terminado.***

Son artículos de Venta y normalmente están sujetos a una orden de clientes o a un pronóstico de ventas para satisfacer la demanda del mercado. De este tipo de inventario depende el servicio a clientes.

## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TENER INVENTARIOS**

### ***Ventajas de tener materiales en existencia.***<sup>4</sup>

- Cumplir con los requerimientos de venta de acuerdo al comportamiento de la demanda del mercado. Esto con el propósito de mantener satisfechos a los clientes y brindarles un mejor servicio.
- Apoyar al departamento de planeación contra los tiempos de respuesta planeados (tiempo que tardan en llegar los materiales de acuerdo a las fechas acordadas por el proveedor) y con esto cumplir con los requerimientos de venta en las fechas mencionadas.
- Reducción de costos en la compra de material por mayoreo.
- Tomar los criterios de acuerdo a las políticas del país considerando los incrementos de precios.
- No detener parcial o totalmente la producción o la entrega a clientes en las fechas planeadas de algún artículo por la falta de materiales.

### ***Desventajas de tener bajos niveles en existencia.***<sup>5</sup>

- No satisface la demanda de los clientes; logrando con esto que a futuro los clientes estén inconformes y busquen como alternativa encontrar nuevas compañías que le surtan el producto.
- Costo elevado por ordenar, debido a que, para mantener un servicio razonable a clientes, será necesario generar órdenes de producción con mayor frecuencia y así evitar altas existencias en inventario.

### ***Desventajas de tener altos niveles de existencia.***

- Se elevan los costos de mantener los inventarios, éstos costos no sólo cubren lo referente a edificios, mano de obra, mantenimiento, sino también, los costos por deterioro de material.

---

<sup>4</sup> TEC-PRO, Notas Técnicas, "Apuntes de Control de Inventarios", p.8

<sup>5</sup> *Ibidem.*

### Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.

---

- Cuando los productos almacenados se vuelven obsoletos pueden representar una inversión importante y solamente se recupera aquel material que se utiliza como venta de desperdicio.
- Una inversión muy grande en inventarios significa menor disponibilidad de dinero utilizable para la elaboración de proyectos futuros (contratación de personal, implementación de maquinaria, etc.).
- Cubre deficiencias en la administración de operaciones tales como: retrasos en proceso, mala calidad, paros por mantenimiento de maquinaria, tiempos de preparación prolongados, etc.

Existen dos límites que deben ser impuestos para el control de inventarios y la administración debe evitarlos y éstos son los siguientes:

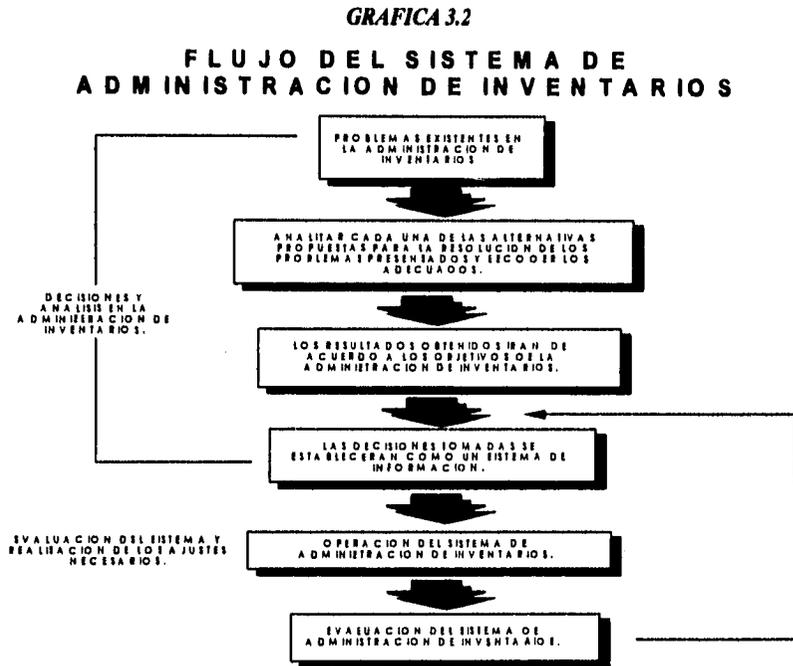
- a) El primer peligro es el del inventario inadecuado o escaso, el cual desequilibra la producción ocasionando paros, que se traducen en pérdida de ventas y la imagen de la Compañía no haya tenido un impacto positivo.
- b) El segundo corresponde al inventario excesivo, que introduce costos innecesarios y riesgos de que los materiales se encuentren obsoletos.

El control de inventarios no es una técnica aislada que aplica y resuelve un problema, es algo más complejo y requiere una visión global, por lo que todas las personas relacionadas con los inventarios deben trabajar juntos para lograr la obtención de resultados positivos.

## **ADMINISTRACION DE INVENTARIOS**

Para lograr que el control de productos funcione adecuadamente, tratando de reducir los errores, se debe contar con una buena Administración. Esto tendrá mejores resultados mientras se cuente con personal capacitado en el manejo de materiales. Tomando en cuenta que las labores de trabajo en la empresa traerán resultados más eficaces, mientras exista una comunicación constante entre las diferentes áreas que la forman.

En la gráfica 3.2 se visualiza como se lleva a cabo la Administración de Inventarios:



Todas las empresas cuentan con una alta dirección, que es la parte donde se acuerdan o se toman las decisiones de cómo se debe operar en base a restricciones políticas, financieras y benéficas para el personal que en ella laboran.

La administración de inventarios comprende un conjunto de decisiones, reglas a seguir, etc. para actuar con precaución y en el momento apropiado. Analiza los datos existentes estudiándolos detalladamente para proponer alternativas tratando de obtener mejores beneficios.

Una administración de inventarios la podemos definir de las siguientes maneras:

- Tener el producto adecuado, en el lugar y tiempo requerido para satisfacer la demanda de los clientes con un inventario mínimo.

### **Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

---

- Balancear los requerimientos de venta (pronóstico de ventas) contra las órdenes de producción con la finalidad de satisfacer la demanda del mercado.
- Mantener el inventario necesario para satisfacer los servicios a clientes de acuerdo a las decisiones que se hayan tomado para mantener resultados positivos en la planta en general.
- Controlar la cantidad de material, ya sea producto terminado, material de envase y empaque, semiterminado, materias primas, herramientas, etc., en existencia para un mejor aprovechamiento del espacio disponible en almacenes.

## **SERVICIO AL CLIENTE**

Uno de los principales objetivos en la Administración de Inventarios es ofrecer al Cliente un mejor servicio con la finalidad de que esté satisfecho y éste (cliente) no busque otras alternativas donde pueda comprar su producto.

Existen varias formas de medir el servicio al cliente<sup>6</sup>, las cuales se pueden dividir en:

### ***Mediciones de tipo porcentual.***

1. Órdenes de producción embarcadas de acuerdo al programa.
2. Artículos de línea embarcados de acuerdo al programa.
3. Unidades totales de acuerdo al programa.
4. Valor monetario según las unidades embarcadas
5. Días de operación con líneas por artículo con inventario.

### ***Mediciones de valor absoluto.***

1. Días de orden con faltantes.
2. Días de artículos de línea con faltantes.
3. Días artículo totales con faltantes.
4. Días valor monetario con faltantes.
5. Días con escasez de material y de componentes.

---

<sup>6</sup> D.W. Fogarty, *Administración de la Producción e Inventario*, Ed.CECSA 1994, p.189-193

### Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.

**TABLA 3.1 Datos para el cálculo del servicio al cliente.**

ARTICULO	DEMANDA REAL ANUAL (UNIDADES)	COSTO UNITARIO (N\$)	DEMANDA REAL ANUAL (N\$)	EMBARQUES PLANEADOS ANUALES (UNIDADES)	EMBARQUES PLANEADOS ANUALES (N\$)
1	2,918.00	1,533.74	4,475,453.32	2,500.00	3,834,350.00
2	167,764.00	7.98	1,338,756.72	160,000.00	1,276,800.00
3	33,469.00	5.87	196,463.03	30,000.00	176,100.00

*Nota:* Estos valores son aleatorios y representan una idea de la forma como se puede expresar el servicio al cliente. El usuario puede realizar los análisis que sean necesarios utilizando cada uno de los términos mostrados con anterioridad.

En base a la tabla 3.1 se puede calcular el **Servicio a Clientes**:

**% de Unidades del = ( Unidades Embarcadas/Demanda Real ) x 100**  
**Artículo 1.**

**(ec.3.1)**

$$\% \text{ de Unidades del} = ( 2500.00 / 2918.00 ) \times 100 = 85.68 \%$$

**Artículo 1.**

De la anterior se puede deducir que el **85.68 %** representa el servicio al cliente en base a las embarques planeadas durante el año para ese artículo. Mantienen un error aproximadamente del 14 % con respecto a la demanda real. Las mismos cálculos se harán para las demás artículos. El usuario podrá evaluar otras tipos de criterios para el cálculo del servicio al cliente de acuerdo a las diferentes formas de expresarla.

## DECISIONES Y ANALISIS ABC DE INVENTARIOS

La administración de inventarios, es la que toma decisiones sobre los materiales que se tendrán almacenados (productos terminados, semiterminados, material de envase y empaque, etc.). Son decisiones que deben hacerse por grupos de personas que se

### **Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

---

encuentren familiarizados con el manejo de materiales existentes en la planta y cuyo propósito sea proponer alternativas positivas para resolver los problemas que se puedan presentar: La mayor parte de las decisiones tomadas por la empresa son de tipo político, financiero, productivo y de mercado.

#### **Análisis ABC de Inventarios.**

El análisis **ABC**,<sup>7,8</sup>, es uno de los métodos más utilizados en las decisiones de tener o no inventarios. Se puede mencionar que el método ABC es considerada como uno de los primeros en el manejo y control de inventarios, el cual ayuda al personal familiarizado con el tema, a tomar decisiones cuando lo requieran.

Entre los propósitos más importantes del **ABC** se encuentran los siguientes:

- *Clasificar los materiales existentes en inventario de acuerdo a su importancia, decidiendo que productos son necesarios mantenerse en inventario y cuales no.*
- *Establecer diferentes controles en la administración para las distintas clasificaciones para determinar a qué materiales se les debe llevar dar un mejor control.*

Las letras **A, B, C** vienen a reflejar la importancia para los artículos o productos que se encuentran en existencia en la planta, para que en base a esto se pueda tomar decisiones más claras y precisas en beneficio de la empresa.

#### **Factores que determinan la importancia de un artículo (criterio ABC).**

1. Consumo (anual, mensual, semanal, de acuerdo a la política de la compañía) en dinero.
2. Costo unitario.
3. Escasez de algún material (materia prima) para la fabricación de un artículo.

---

<sup>7</sup> *Business Planning Control System (BPCS), Manual de Inventarios (Hoechst-Prolog), p. 5-20*

<sup>8</sup> *D.W. Fogarty, Administración de la Producción e Inventarios, Ed. CECSA 1994, p. 202-208*

### Capítulo 3. Política del Manejo de Inventorios.

4. Disponibilidad de todos los medios para la producción de algún artículo (recursos, mano de obra, etc.).
5. Variabilidad en los tiempos de entrega de los productos terminados con los clientes.
6. Las empresas optimizan el tiempo más óptimo para la elaboración de dichos artículos.

La tabla 3.2 muestra un ejemplo sobre los factores que determinan la importancia de un artículo.

**TABLA 3.2: Factores que definen la importancia de un artículo.**

FACTORES	CLASIF.
Consumo anual de un artículo es mayor a \$ 50,000	A
Consumo anual de un artículo está entre \$ 10,000 - \$50,000	B
Consumo anual de un artículo es menor a \$ 10,000	C
Costo unitario de un artículo es mayor a \$ 10,000	A
Costo unitario de un artículo está entre \$ 1,000-\$ 10,000	B
Costo unitario de un artículo está entre \$0-\$1000	C
Tiempo de entrega es mayor a 6 meses	A
Tiempo de entrega está entre 3 y 6 meses	B
Tiempo de entrega menor a 3 meses	C

**Nota:** Es necesario, hacer la aclaración, que las decisiones tomadas dependen de la situación y políticas de la empresa.

#### **Procedimiento de un análisis ABC.**

##### **1. Consumo Mensual Promedio.**

Se realiza un estudio en base al consumo anual, tanto de materias primas como de producto terminado (unidades vendidas), visualizando durante cuántos meses se consumió ese artículo. La ecuación es utilizada para el cálculo del consumo mensual promedio. Los resultados aparecen en la tabla 3.4.

$$MP = CA / (\text{No. de Meses con Movimiento}), \quad (\text{ec. 3.2})$$

### Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.

---

donde:

**CA** =Consumo anual por artículo (unidades).

**CMP** =Consumo mensual promedio (unidades).

#### **2. Costo-Consumo Mensual.**

El costo unitario de cada artículo multiplicándolo por el consumo mensual promedio (unidades) da como resultado el costo - consumo promedio mensual. Con la ecuación 3.3 se calcula el costo-consumo promedio mensual. Los cálculos aparecen en la tabla 3.4.

$$\text{CCM} = \text{CU} \times \text{CMP} \quad (\text{ec.3.3})$$

donde:

**CCM** =Costo-Consumo Mensual obtenido por artículo (pesos, dólares, etc.)

**CU** =Costo unitario (pesos, dólares, etc).

**CMP** =Consumo mensual promedio (unidades).

#### **3. Porcentaje Mensual y Acumulado por Artículo.**

Se realiza la suma del Consumo Mensual para cada uno de los productos que componen la serie de artículos entre los cuales se está realizando el análisis ABC . El cociente del Costo Consumo Mensual Individual para cada uno de los artículos y la suma de los consumos mensuales de todos los productos da como resultado el % del Costo Consumo Mensual de cada artículo (**Ver en la tabla 3.4**). En base a esto se calculan el porcentaje Costo-Consumo Mensual Acumulado/artículo para determinar de una forma ordenada la clasificación **ABC** (**Ver la tabla 3.5**).

$$\text{CCM} = \text{CCM} / \sum \{ \text{CCM} \} \times 100 \quad (\text{ec.3.4})$$

**Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

**% CCMA** = Es la suma de cada uno de los porcentajes del Costo-Consumo mensuales.

(ec. 3.5)

donde:

**% CCM** = Porcentaje Costo-Consumo Mensual.

**% CCMA** = Porcentaje Costo-Consumo Mensual Acumulado.

**CCM** = Costo-Consumo Mensual obtenido por artículo (Pesos, dólares, etc.).

**Σ(CCM)** = Suma total del Costo-Consumo Mensual de todos los artículos (Pesos, dólares, etc.).

**Nota:** El % CCMA es la suma de cada uno de los porcentajes del Costo-Consumo mensuales.

Deben analizarse por separado cada uno de los diferentes materiales existentes en la empresa, como materias primas (artículos de compra), artículos fabricados, ensamblados, etc.; con el propósito de tomar las decisiones adecuadas para cada artículo. El análisis ABC no debe pasar por alto las tendencias de la demanda o de los planes futuros. La mayor parte de los productos tienen un ciclo de vida. Algunos de los artículos sus ventas se encuentran en orden ascendente, por lo que a futuro se dice que la demanda del mercado presentará un crecimiento; otros artículos ya han alcanzado su nivel máximo y la demanda del mercado en un futuro se dice que descenderá. Es factible que las decisiones tomadas se hagan en base a un historial de ventas del artículo y tener una observación clara del comportamiento del mercado.

**TABLA 3.3\* : Datos para el análisis ABC.**

ART.	U/M	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	PZ	207	123	226	266	248	225	334	247	202	292	237	311
2	FC	12871	11813	15994	16914	15724	13723	11118	14347	12121	12842	14818	15479
3	PZ	2001	4318	4520	4741	2387	1763	0	0	9904	3243	592	0
4	FC	670	515	776	1097	595	281	445	480	1577	740	697	1096
5	FC	711	1173	662	1103	798	490	816	1036	831	835	780	1237
6	FC	341	837	201	889	178	311	233	256	435	285	417	422
7	PZ	226	77	25	54	176	90	74	173	107	159	95	70
8	CJ	0	654	1	1050	0	166	213	121	36	132	142	90
9	PZ	3	0	11	89	42	3	36	1	3	0	0	2
10	FC	4633	5198	2638	2120	4492	3949	2335	4032	2762	2773	4520	3359

\* Muestra de datos tomados aleatoriamente

**Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

**TABLA 3.4: Costo-Consumo Mensual Promedio y % Costo-Consumo Mensual Promedio.**

ARTICULO	CONSUMO ANUAL (UNIDADES)	MESES CON MOVIMIENTO	CONSUMO MENSUAL PROMEDIO	COSTO UNITARIO (N\$)	COSTO CONSUMO MENSUAL PROMEDIO (N\$)	% COSTO CONSUMO MENSUAL PROMEDIO
1	2,918.00	12	243.17	1,533.74	372,954.44	69.68%
2	167,764.00	12	13,980.33	7.98	111,563.06	20.84%
3	33,469.00	9	3,718.78	5.87	21,829.23	4.08%
4	8,969.00	12	747.42	10.86	8,116.95	1.52%
5	10,472.00	12	872.67	5.87	5,122.55	0.96%
6	4,805.00	12	400.42	4.51	1,805.88	0.34%
7	1,326.00	12	110.50	48.32	5,339.36	1.00%
8	2,605.00	10	260.50	1.43	372.52	0.07%
9	190.00	9	21.11	82.71	1,746.10	0.33%
10	42,811.00	12	3,567.58	1.80	6,421.65	1.20%
<b>TOTAL</b>					<b>535,271.73</b>	<b>100.00%</b>

**TABLA 3.5: Acumulado de los artículos de acuerdo a su importancia.**

ART.	CONSUMO ANUAL (UNIDADES)	MESES CON MOVIMIENTO	CONSUMO MENSUAL PROMEDIO	COSTO UNITARIO (N\$)	COSTO CONSUMO MENSUAL PROMEDIO (N\$)	% COSTO CONSUMO MENSUAL PROMEDIO	% COSTO CONSUMO ACUMULADO	CLASIF.
1	2,918.00	12	243.17	1,533.74	372,954.44	69.68%	69.68%	A
2	167,764.00	12	13,980.33	7.98	111,563.06	20.84%	90.52%	A
3	33,469.00	9	3,718.78	5.87	21,829.23	4.08%	94.60%	B
4	8,969.00	12	747.42	10.86	8,116.95	1.52%	96.11%	C
10	42,811.00	12	3,567.58	1.80	6,421.65	1.20%	97.31%	C
7	1,326.00	12	110.50	48.32	5,339.36	1.00%	98.31%	C
5	10,472.00	12	872.67	5.87	5,122.55	0.96%	99.27%	C
6	4,805.00	12	400.42	4.51	1,805.88	0.34%	99.60%	C
9	190.00	9	21.11	82.71	1,746.10	0.33%	99.93%	C
8	2,605.00	10	260.50	1.43	372.52	0.07%	100.00%	C
<b>TOTAL</b>					<b>535,271.73</b>	<b>100.00%</b>		

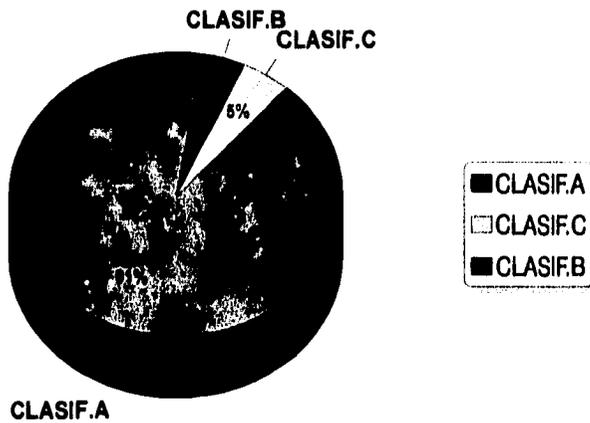
TABLA 3.6: Clasificación abc por rango.

CLASIF. ABC	ARTICULO	PORCENTAJE	VOLUMEN (%)
A	1,2	20.00%	91 %
B	3	10.00%	4 %
C	4,10,7,5,6,9,8	70.00%	5 %

**Nota:** Esta tabla 3.6 nos dice que el 91 % de las ventas lo representan el 20 % de los artículos totales de la empresa ( artículo 1,2 ), el 4 % un 10 % ( artículo 3 ) y el 5 % el 70 % de los artículos de la empresa (artículos 4, 10,7,5,6,9 y 8).

La gráfica 3.3 fue obtenida de la tabla anterior para visualizar el análisis ABC realizado:

GRAFICA 3.3  
ANALISIS  
ABC



MANEJO DE MATERIALES

***Inventario de Seguridad.***

El ***Inventario de Seguridad***, es considerado como un inventario de reserva de uno o varios materiales existentes en la empresa, para satisfacer desviaciones que se tengan con respecto a la demanda planeada, realizada mediante el pronóstico de ventas y podería cubrir en un momento dado. El mercado presentará desviaciones y si los requerimientos de venta planeados (demanda planeada) sobrepasan a las ventas reales (demanda real), entonces el propósito del inventario de seguridad es tomar el material necesario para satisfacer a los clientes en el momento que ellos lo requirieron.

Se pueden mantener en inventarios de seguridad de materia prima, semiterminado, material de envase y empaque y de producto terminado, pero la decisión de que se tengan depende de los condiciones y políticas de la empresa.

Los objetivos principales de un Inventario de seguridad son los siguientes:

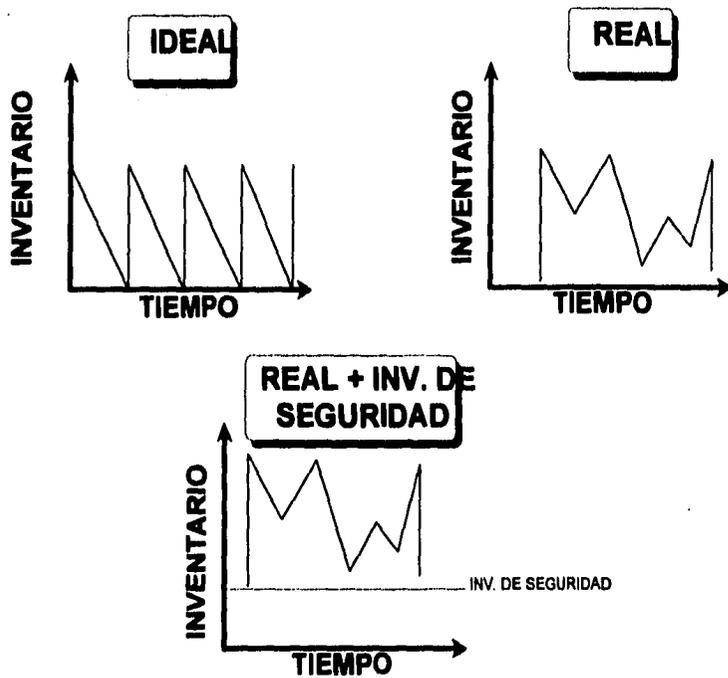
- a) *Servir como soporte a la demanda real cuando la demanda planeada está por debajo de ella.*
- b) *Abastecer en el momento oportuno a clientes (producto terminado) y tener los materiales necesarios para iniciar la producción cuando lo requieran (materias primas).*

Es tan importante el concepto de inventario de seguridad que su decisión de tenerlo depende de:

- *Ser productos de mayor consumo o venta y a la utilidad obtenida para satisfacer el servicio al cliente.*
- *Tiempos de respuesta de las materias primas (tiempo en que los proveedores tardan en surtir material a la empresa).*
- *Tiempo de proceso.*

En la gráfica 3.4 aparecen algunos tipos de esquemas que muestran el comportamiento de inventarios:

**GRAFICA 3.4**  
**REPRESENTACION GRAFICA DEL**  
**COMPORTAMIENTO DE INVENTARIO**



Entre los factores más importantes que afectan el cálculo del Inventario de Seguridad se encuentran los siguientes:

- a) **Error en la demanda planeada** (pronóstico de ventas).

Es conocido como la inexactitud que se tiene al predecir la demanda.

### Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.

Este error es calculado usando los conceptos siguientes:

1. Desviación Estándar (STD).
2. Desviación Media Absoluta (MAD). Usada frecuentemente en artículos de venta (producto terminado).

$$MAD = \frac{\sum ABS(PRONOSTICO - VARIACION)}{N} \quad (ec.3.6)$$

donde:

N = No. de Períodos.

La tabla 3.7 muestra un ejemplo de cómo calcular la Desviación Media Absoluta (MAD).

**TABLA 3.7: Cálculo de la desviación media absoluta.**

PERÍODO	PRONOSTICO	DEMANDA REAL	VARIACION
1	100	80	20
2	300	290	10
3	200	150	50
TOTAL			80

por lo tanto:  $MAD = 80/3 = 26$

Cuando mayor sea el valor de éstas desviaciones, mayor será el error entre lo que se pronostica y lo que realmente se vende (demanda real) en el mercado.

Es por eso que antes de cometer algún error se seleccione alguna técnica apropiada para generar un pronóstico de ventas satisfactorio.

#### b) Tamaño de lote económico de compra o fabricación.

De acuerdo a la cantidad demandada anualmente dividida entre el **lote económico**,<sup>9</sup> es generada la cantidad de órdenes de compra o fabricación en el año y consecuentemente el número de recepciones en almacén.

<sup>9</sup> TEC-PRO, Notas Técnicas, Apuntes de Control de Inventarios, p.42

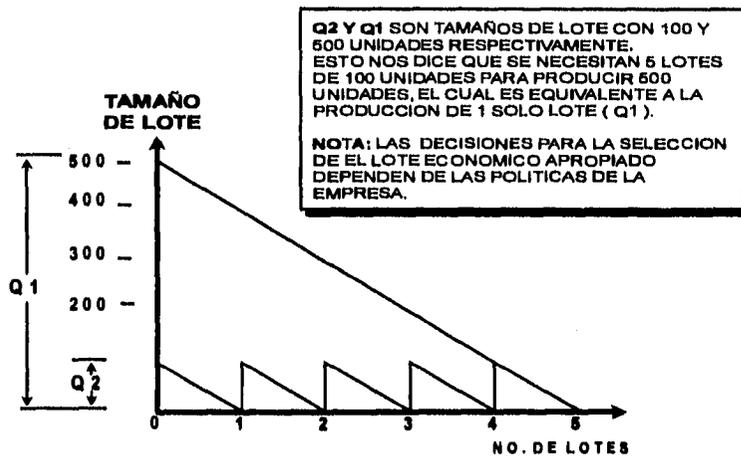
De lo anterior se puede deducir la ecuación 3.7:

$$\text{No. DE ORDENES DE COMPRA O PRODUCCION} = \frac{\text{Demanda Anual}}{\text{Lote Económico}} \quad (\text{ec.3.7})$$

Ejemplo: El usuario mediante el siguiente ejemplo visualizará en forma gráfica el comportamiento que presentan los tamaños de lotes, ya sea de producción o de compra.

GRAFICA 3.5

LOTE ECONOMICO  
DE COMPRA O FABRICACION



La mayor parte de las empresas realizan su producción o su compra en base a Lotes de Producción o Compra, ambos deben estar disponibles cuando se requieran, asignados a una localidad determinada en almacén con el propósito de llevar un mejor control en el manejo de los materiales.\*

La decisión sobre el tamaño de lote económico de compra o fabricación depende de los siguientes criterios:

\* Ver almacenes y localización de productos.

### **Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

---

#### **b.1 Tomar en cuenta las políticas de la empresa.**

- Nivel de Servicio al Cliente.
- Tiempos de proceso.

#### **b.2 Criterios de los proveedores.**

- Tiempos de Entrega.
- Cantidad.
- Costo.

#### **c) Plazo de surtido.**

Es definido como el tiempo que tarda una orden de compra o se pone en firme una orden de producción, hasta que los artículos se encuentren disponibles en el almacén.

De igual forma existirán tantos plazos de surtido como recepciones de material (producto terminado, materia prima) en el almacén.

De lo anterior se deduce que si el plazo de surtido es muy grande, entonces también lo será el Inventario de Seguridad para compensar las posibles atrasos.

#### **d) Nivel de servicio.**

Uno de las principales motivos por contar con un Inventario de Seguridad es el dar un mejor servicio a clientes; así como también asegurar un abastecimiento de *material al departamento de Producción*.

Al cliente solamente se le puede dar un **100 %** de servicio, y éste es, cuando la cantidad que haya sido solicitada es la que se haya entregada en el plazo requerido.

La ecuación 3.8 es utilizada para calcular el **Nivel de Servicio**:<sup>10</sup>

$$\text{NIVEL DE SERVICIO (\%)} = \left( \frac{\text{Cantidad Surtida}}{\text{Cantidad Solicitada}} \right) \times 100 \text{ (ec. 3.8)}$$

Mediante la ecuación 3.8 es posible medir cuantitativamente el Servicio al Cliente. Cuando solamente hablamos de un artículo, las cantidades pueden ser expresadas en

---

<sup>10</sup> *TEC-PRO. Notas Técnicas. Apuntes de Control de Inventarios, p.43*

### **Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

---

**Unidades**, pero cuando se esté hablando de un grupo de artículos es necesario que la unidad de medida sean **Pesos, Dólares, etc.** con el objetivo de tener unidades congruentes.

Mientras se tenga un Nivel de Servicio alto entonces también se tendrá un Inventario de Seguridad alto.

Debemos tomar en cuenta que para los productos con clasificación A y B (según análisis ABC) no deberán tener Niveles de Servicio por abajo del 95 %.

#### **Cálculo del Inventario de Seguridad.**

1. Reunir la información necesaria de acuerdo al estudio que se va a realizar sobre la cantidad de material que se tendrá en almacén.

El primer paso a seguir es el cálculo de un **Factor de Servicio F(S)**,<sup>11</sup> el cual es representado con la siguiente ecuación:

$$F(S) = Q(1 - NS) / ((P) \times (DESV)) \quad (\text{ec. 3.9})$$

donde:

- F(S)** = Función de servicio (adimensional).
- Q** = Lote económico de compra o fabricación (unidades).
- NS** = Nivel de servicio (% en forma decimal).
- P** = Plazo de surtido (meses).
- DESV** = Puede ser la desviación media absoluta o la desviación estándar STD (unidades / mes).

2. Con un valor de la función de servicio se calcula en forma gráfica el valor del Factor de Servicio (**F**).<sup>12</sup>
3. Con el Factor de Servicio es posible calcular el **Inventario de Seguridad** para el artículo o artículos que se vayan a mantener en Inventario de acuerdo a las decisiones de la empresa. La ecuación 3.10 es utilizada para el cálculo del Inventario de Seguridad:

---

<sup>11</sup> *Ibidem*, p.44

<sup>12</sup> *TEC-PRO, Notas Técnicas, Apuntes de Control de Inventarios*, p.45

**Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

$$I.S. = ( P ) \times ( DESV ) \times ( E ) \quad (\text{ec. 3.10})$$

donde:

**I.S.** =Inventario de Seguridad (unidades).

**P** =Plazo de resurtido (meses).

**DESV** =Puede ser la desviación media absoluta o la desviación estándar STD (unidades / mes).

**E** = Factor de Servicio (adimensional).

**EJEMPLO:**

Suponemos los siguientes datos de una Materia Prima X utilizada en una empresa Manufacturera. Los datos son los siguientes (los datos fueron tomados aleatoriamente):

**Lote Económico** = 33,581.00 unidades.

**Plazo de Surtido** = 1 mes.

**Desv. Estándar ( STD )** = 15,273 unidades/mes.

En la tabla 3.8 aparecen algunos cálculos del inventario de seguridad, usando las ecuaciones 3.9 y 3.10 para diferentes niveles de servicio:

**TABLA 3.8: Cálculo del inventario de seguridad para diversos servicios al cliente.**

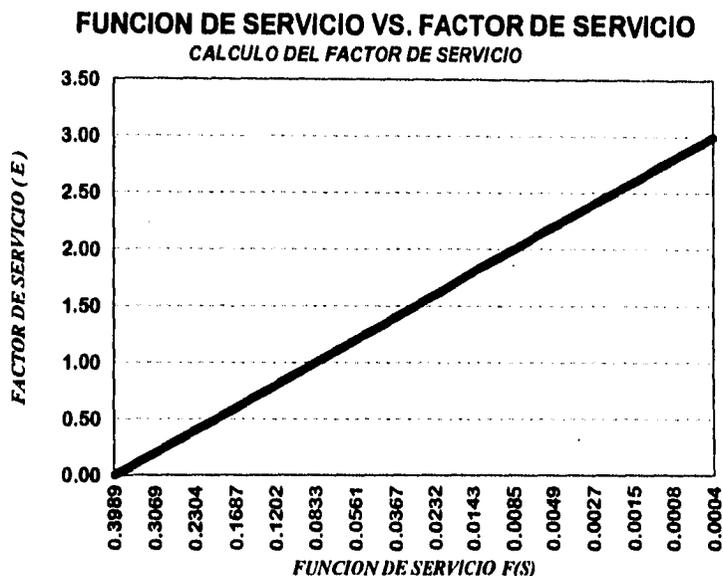
NIVEL DE SERVICIO AL CLIENTE %	CALC. DE F(S)	F(S)	E	CALC. DE I.S. (UNIDADES)	INV. DE SEG.
85	$(33,581 \times (1 - 0.85)) / (1 \times 15,273)$	0.3298	0.000	$1 \times 15,273 \times 0.000$	0.00
90	$(33,581 \times (1 - 0.90)) / (1 \times 15,273)$	0.2199	0.450	$1 \times 15,273 \times 0.450$	6.873.00
95	$(33,581 \times (1 - 0.95)) / (1 \times 15,273)$	0.10994	0.875	$1 \times 15,273 \times 0.875$	13,364.00

**Nota:** A cada valor de **F(S)** le corresponde un valor de **E** de acuerdo a los datos que aparecen en la gráfica 3.6. El usuario podrá jugar con cada una de las variables. En este caso tenemos fijos los valores del servicio al cliente y podemos observar que a medida que aumenta el servicio al cliente también aumenta el inventario de seguridad.

**Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

La gráfica 3.6 muestra una relación entre el Factor de Servicio  $F(S)$  y la Función de Servicio  $E$ , la cual es válida para calcular inventarios de seguridad.

**GRAFICA 3.6**



**ALMACENES Y LOCALIZACION DE PRODUCTOS**

Uno de los pasos de mayor importancia en el Control de Inventarios en Almacenes, es tener los materiales (productos terminados, material de envase y empaque, semiterminados, materias primas), en el lugar exacto y la cantidad en la fecha requerida sin necesidad de estar haciendo un conteo manual y esto nos retrasa en tiempo y como consecuencia pérdidas económicas a la compañía.

Todos los movimientos que se lleven a cabo en los almacenes deben ser autorizados y registrados, tomando en cuenta que los beneficios aumentarán cuando los artículos se encuentren ubicados en el lugar exacto.

Para determinar la localización de los productos existentes, de una manera aleatoria se le asigna un espacio específico para cada artículo, con el propósito de tener solamente el inventario necesario, para llevar un control administrativo en el manejo de los mismos

### Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.

(almacenes). Este método es eficiente, logrando que los errores se minimicen en la selección de un material.

En base al método de ubicación aleatoria se les asigna a los artículos un espacio disponible. Lotes diferentes del mismo artículo se encuentran almacenados en localizaciones diferentes. Así, la localización de un artículo puede convertirse en una información variable en lugar de convertirse en una información permanente. Además, las localizaciones de un artículo deben actualizarse en recepción (entrega de productos) y salida. Este método es eficiente cuando el nivel de inventario esté variando constantemente, es decir; que sea de una forma inestable.

En base a lo anterior los Jefes de Materiales, Supervisores; que se encuentren a cargo sobre el manejo de los materiales deben consultar frecuentemente los registros de inventarios.

El **Registro de Inventarios**<sup>13</sup> contiene una base de datos, que puede ser información permanente o variable para llevar un control de **entradas/salidas** de material.

En el **Registro de Inventarios** contemplaremos la siguiente información:

**TABLA 3.9: Información de un registro de inventarios.**

INFORMACION PERMANENTE	INFORMACION VARIABLE
1. Número de parte.	1. Cantidades ordenadas, las fechas de la orden y número de orden de producción o de compra.
2. Nombre de la parte.	2. Cantidades recibidas, las fechas y el número de producción o de compra.
3. Localización de Almacenamiento.	3. Balance disponible.
4. Tiempo de Obtención de Materiales.	4. Cantidades emitidas, la fecha y el número de orden de producción o de embarque.
5. Inventario de Seguridad.	5. Identificación del Número de Lote.
6. Proveedores y Clasificación.	
7. Unidad de Medida.	
8. Costo.	
9. Vida Permisible en Anaqueles.	
10. Requerimientos de Control de Lote.	
11. Clasificación del Artículo.	

**Nota:** Realmente la información no es permanente, pero puede variar en algún momento dado, por aumento en la capacidad, modificaciones en las áreas de producción o por alguna política de la Empresa.

<sup>13</sup> D.W. Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios*, Ed. CECSA 1994, p.365

### **Capítulo 3. Política del Manejo de Inventarios.**

---

Debemos de tomar en cuenta, que el control administrativo de los inventarios va de acuerdo con las decisiones y políticas de la empresa.

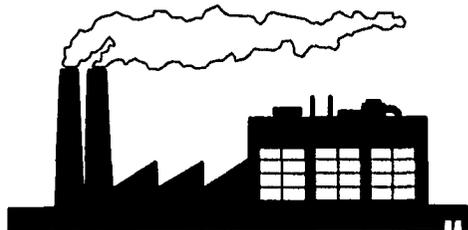
Es así como de una manera general se proporcionaron algunas de las bases para el control de materiales, el cual es una herramienta de gran utilidad para la realización de las estrategias de la planeación de la producción. Más adelante se verá que la planeación de la producción, planeación de los materiales y en el área de producción, realizan su planeación en base al control de inventarios.

# PLAN MAESTRO DE PRODUCCION

## AREA DE VENTAS



## AREA DE PLANEACION



## IV

### PLAN MAESTRO DE PRODUCCION (MPS)

---

Una vez que ha sido generado y aprobado el pronóstico de ventas, el siguiente paso será ver la manera de cuándo y en qué momento se deberá iniciar las diferentes fases de la producción. Se debe tomar en cuenta que el Plan Maestro de Producción está enfocado a todos los **Productos Terminados** (artículos de venta).

El departamento de ventas le pasará un informe detallado al departamento de **Planeación de la Producción**, sobre la cantidad de producto o productos que se venderán, de acuerdo al pronóstico de ventas realizado y así iniciar lo que se conoce como " Plan Maestro de Producción (MPS) ".

La forma como funciona el Plan Maestro de Producción (MPS), es realizar la planeación considerando las existencias de producto terminado en Inventarios contra las necesidades de venta dadas mediante el pronóstico. El planeador tendrá una mejor visión y tomará actitudes rápidas para decidir en que momento se tiene que solicitar órdenes de compra, fechas para iniciar la producción o en su caso realizar los ajustes necesarios.

La función del MPS, es controlar el balance existente entre el inventario y los requerimientos de venta para los siguientes meses así como también se llevará el control sobre las órdenes de compra o producción que serán emitidas en las fechas planeadas para determinar los niveles adecuados de producto terminado. Se pondrá también en base a éste concepto, para productos que requieran un inventario de seguridad, para satisfacer la demanda del mercado.\*

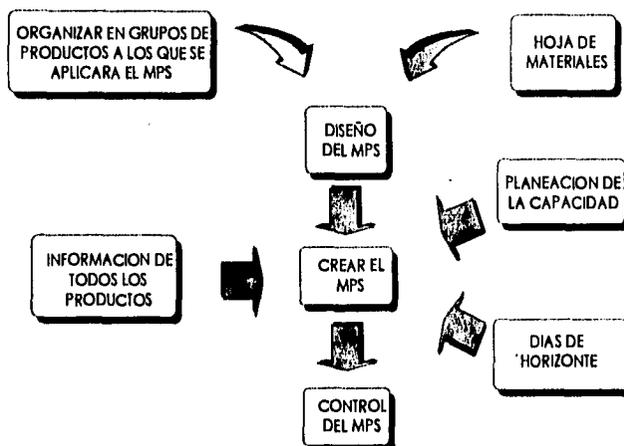
La gráfica 4.1 muestra la información que se necesita para el desarrollo del Plan Maestro de Producción (MPS):

---

\* Ver Cap.3 "Inventario de Seguridad", Política del Manejo de Inventarios.

GRAFICA 4.1

## PASOS A SEGUIR DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCION



## ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES

### **Hoja de Materiales (BOM).**

Todos los **productos terminados** necesitan una lista ordenada de los materiales o artículos indispensables con las cantidades necesarias para su elaboración.

Estos materiales pueden ser materias primas, ensambles o cualquier artículo para la terminación del producto. Esta lista ordenada de materiales se le conoce como Hoja de Materiales (**BOM = BILL OF MATERIALS**).<sup>1</sup>

La hoja de materiales, es usada en cada una de las empresas manufactureras con la finalidad de realizar una mejor planeación en el control de la producción y de

<sup>1</sup> *Business Planning Control System (BPCS), "Manual de Datos de Manufactura", P.35-60*

#### **Capítulo 4. Plan Maestro de Producción.**

esta manera ver que materiales se tienen que comprar cuando no se encuentran en existencia. Es utilizada cuando se necesita realizar la explosión de los materiales, una vez que se ha realizado la planeación de la producción.

Se deberá tener en cuenta, que la hoja de materiales, esta diseñada en base a una unidad de medida y la mayor parte de las empresas utilizan el tamaño de lote económico como referencia.

El ejemplo que a continuación se muestra está enfocado a una fábrica que produce cuadernos profesionales y la producción se realiza en base a su **tamaño de lote económico** ( también llamado LOT SIZE ). En este ejemplo, el LOT SIZE es de 100 cuadernos profesionales. (ver Lote Económico en Política de Manejo de Inventarios). En la tabla 4.1, aparecen los datos utilizados para la realización del ejemplo:

**TABLA 4.1\* : Hoja de Materiales**

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD
PASTA ( PORTADA )	PIEZAS	100
PASTA ( CONTRAPORTADA )	PIEZAS	100
ESPIRAL	PIEZAS	100
HOJAS DE PAPEL BLANCAS	PIEZAS	10,000
CAJAS COLECTIVAS	PIEZAS	1

**Nota:** Cada caja colectiva está diseñada para introducir en su interior 100 cuadernos profesionales.

Si se generara una orden de producción de 1000 cuadernos profesionales entonces el apartado de materiales lo hace en base a las cantidades con las que se diseñó la hoja de materiales (**BOM**).

De acuerdo al ejemplo anterior, en la tabla 4.2 aparecen las cantidades que se le entregan al área de producción para la fabricación de 1000 cuadernos profesionales.

\* Datos tomados aleatoriamente.

**Capítulo 4.** Plan Maestro de Producción.

**TABLA 4.2: Entrega de Materiales a Producción**

DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD
PASTA ( PORTADA )	PIEZAS	1,000
PASTA ( CONTRAPORTADA )	PIEZAS	1,000
ESPIRAL	PIEZAS	1,000
HOJAS DE PAPEL BLANCAS	PIEZAS	100,000
CAJAS COLECTIVAS	PIEZAS	10

**Nota:** Se puede observar en la tabla anterior, que la hoja de materiales (BOM) se multiplicó por " 10 " por haberse generado la orden de producción de 1000 cuadernos profesionales y la BOM fue diseñada para 100 cuadernos.

**¿ Qué es la merma ?.**

Es utilizado muy frecuentemente en las grandes empresas dedicadas a la producción, siendo muy importante en la planeación de la producción.

Se deberá tener en cuenta, que durante el proceso de producción existen ciertas pérdidas de material conocidas con el nombre de **MERMA**. La merma, es un problema, para las empresas donde su producción es masiva, ya que la cantidad por la que se generan los órdenes de producción no es la que se obtiene al final del proceso.

En base a lo anterior, se genera un factor para compensar las pérdidas obtenidas durante el proceso conocido con el nombre de **SCRAP**. El SCRAP será designado en base a un estudio detallado en las pérdidas de material durante el proceso (merma).

**TABLA 4.3: Entrega de materiales a producción considerando SCRAP.**

DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	SCRAP	CANTIDAD REAL
PASTA ( PORTADA )	PIEZAS	1,000	1.01	1,010
PASTA ( CONTRAPORTADA )	PIEZAS	1,000	1.01	1,010
ESPIRAL	PIEZAS	1,000	1.1	1100
HOJAS DE PAPEL BLANCAS	PIEZAS	100,000	1.1	110000
CAJAS COLECTIVAS	PIEZAS	10	1	10

#### **Capítulo 4. Plan Maestro de Producción.**

---

**Nota:** El SCRAP, propuesto está diseñado para producir aproximadamente la cantidad por la que se generó la orden de producción (1000 cuadernos profesionales). De la tabla anterior si tomamos el SCRAP (PORTADA) de 1.01, éste dato nos indica que se está teniendo el 1 % de merma durante el proceso y para recompensar éstas pérdidas es necesario que se entreguen 10 piezas más al área de producción.

### **NIVELES Y ESTRUCTURA DE ARBOL A MULTINIVEL**

Es la manera de colocar los materiales o artículos que componen el producto terminado en forma de diagrama de bloques con la finalidad de tener una mejor visión de la forma como se encuentra estructurada la hoja de materiales (**BOM**) y sobre toda la realización de una mejor planeación.

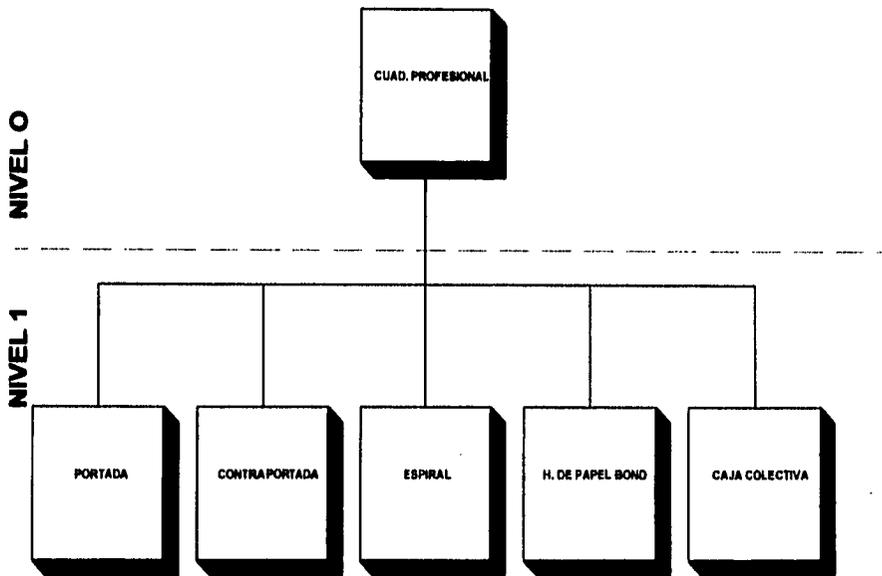
La estructura de los materiales está formada en diversas etapas llamadas "**Niveles**" y el conjunto de varios niveles recibe el nombre de árbol de multiniveles.<sup>2,3</sup> El siguiente diagrama se basa en el ejemplo anterior (cuadernos profesionales) y representa una hoja de materiales de "1 Nivel", el cual representa el más sencillo de los casos:

---

<sup>2</sup> D.W. Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios*, Ed.CECSA 1994, p.147-152.

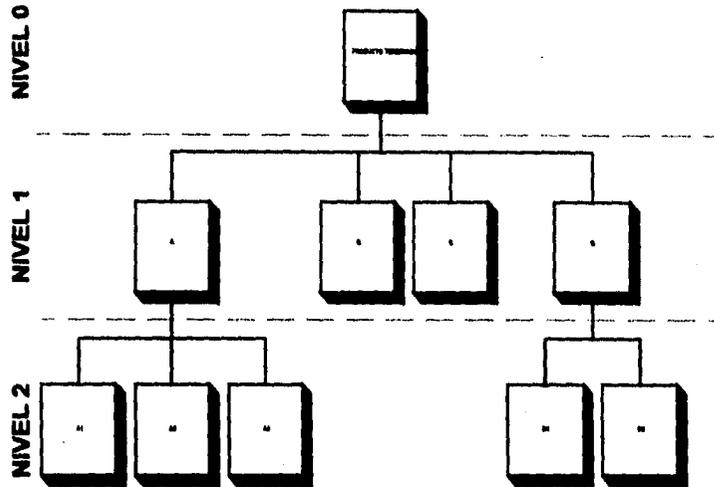
<sup>3</sup> F.J.Sari, "The Planning Bill of Material", *APICS Conference Proceedings*, 1986 p.324-327

**GRAFICA 4.2**  
**ESTRUCTURA BASICA DE MATERIALES**  
**(NIVEL 1)**



De la gráfica 4.2, el producto final siempre adquiere el " Nivel 0 "y el número de niveles aumenta al observar el árbol hacia abajo, esto se puede ver mejor en la gráfica 4.3:

**GRAFICA 4.3**  
**ESTRUCTURA DE ARBOL DE**  
**NIVELES MÚLTIPLES**



donde:

**Nivel 0** = Producto terminado.

**Nivel 1** = Materias primas de producto terminado (A,B,C,D).

**Nivel 2** = Materias primas de A (A1,A2,A3) y Materias Primas de D (D1,D2).

## DIAS DE HORIZONTE

Es el tiempo más largo que el planeador tiene que considerar para tener el Producto Terminado en la fecha que se requiere y realizar los ajustes necesarios, (cancelación de órdenes de producción, adelantar la producción, atrasar la producción, tomar decisiones rápidas con proveedores, etc.) y de esta manera tenerlos disponibles para la entrega de los pedidos solicitados por el Clientes.

Los días de horizonte<sup>4</sup> están definidos como la suma de los siguientes tiempos:

- Tiempo de adquisición de materias primas con proveedores.
- Tiempo de preparación de materias primas listas para ser procesadas.
- Tiempo utilizado para que las máquinas estén listas para producir.
- Tiempo que duran las materias primas en proceso.
- Tiempo total de control de calidad.

Los tiempos que anteriormente se mencionaron son los más importantes en el **Ciclo del Horizonte de Planeación**. En la tabla 4.4 se puede visualizar un ejemplo sobre el Horizonte de Planeación:

**TABLA 4.4: Horizonte de Planeación**

PERIODO	HORIZONTE DE TIEMPO	CONDICIONES
A	0 - 5 SEMANAS	Emergencia
B	5 - 9 SEMANAS	Cambios Drásticos en los Req.
C	MAS ALLA DE 9 SEMANAS	Normal

En la tabla 4.4, si se observa el período **C** corresponde al **Plan de Producción**, debido a que el planeador podrá realizar mejor el control de la producción conforme al intervalo de tiempo y si se presenta algún cambio en la producción se puedan tener decisiones rápidas.

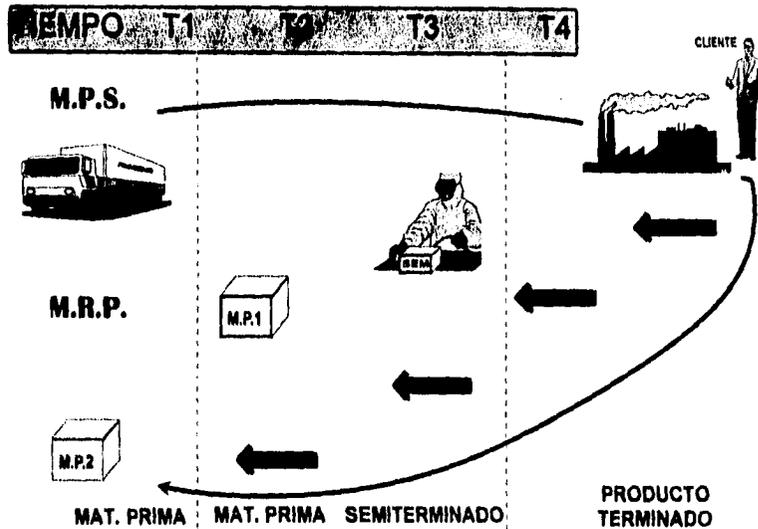
<sup>4</sup> *Business Planning Control System(BPCS), Manual de Planeación de la Producción(MPS).*

**Capítulo 4. Plan Maestro de Producción.**

La gráfica 4.4 representa el Ciclo del Horizonte de Planeación:

**GRAFICA 4.4**

**CICLO DEL HORIZONTE DE PLANEACION**



**PASOS A SEGUIR PARA EL PLAN MAESTRO DE PRODUCCION**

Las actividades principales para programación maestra consiste en 3 pasos:<sup>5</sup>

- Diseño del Plan Maestro.
- Creación del Plan Maestro.
- Control del Plan Maestro.

<sup>5</sup> D.W.Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios*, Ed.CECSA 1994, p.153-160

#### **Capítulo 4. Plan Maestro de Producción.**

---

El **Diseño del Plan Maestro**, es la base para comenzar con el funcionamiento adecuado de la producción y los puntos que se deben considerar para el diseño son los siguientes:

- 1) Considerar los niveles adecuados que forman la estructura de la hoja de materiales (BOM).
- 2) Elegir por grupo de productos hacia los que se va aplicar el Plan Maestro de Producción (MPS).

La **Creación del Plan Maestro**, está basada en la recopilación de todos los datos necesarios de los productos o grupo de productos que se planean fabricar (días de horizonte, tomar en cuenta la capacidad de la planta para la realización de la producción, etc).

El **Control del Programa Maestro**, compara en base a la información obtenida anteriormente la forma en la que se está produciendo contra lo que se había planeado producir y determinar si se está cumpliendo con las cantidades planeadas (pronóstico de ventas) y las promesas de entrega. El planeador en base a este punto tendrá la flexibilidad de realizar los ajustes necesarios para el buen control de la producción.

La realización del Plan Maestro de Producción (MPS) se entenderá mejor en la tabla 4.5 (sin considerar **Inventario de Seguridad**):

**TABLA 4.5: Cálculo del inventario disponible**

<b>PRODUCTO 1</b>					
Pronóstico		150	100	50	50
MPS					
Inventario	10	-140	-240	-290	-340
<b>PRODUCTO 2</b>					
Pronóstico		20	40	60	90
MPS					
Inventario	70	50	10	-50	-140
<b>PRODUCTO 3</b>					
Pronóstico		30	30	35	45
MPS					
Inventario	100	70	40	5	-40

**Nota:** Falta el dato de **MPS**, porque el planeador iniciará su programación según la Información que se tenga.

Con la información que aparece en la tabla 4.5, el **producto 3** nos dice que existe inventario para abastecer los requerimientos de venta generados por el pronóstico de ventas de los semanos 1, 2 y 3 pero no de lo semano 4. El **producto 2** tiene inventario suficiente para abastecer los requerimientos de venta de los semanos 1 y 2, pero no de lo semano 3. El producto 1 no existe inventario suficiente para abastecer los requerimientos de venta por lo que es indispensable comenzar a producir.

Se deberá comenzar a generar el plan maestro de producción para aquellos productos que presenten un **Inventario Negativo**. Así el producto 1 deberá programarse para lo semano 1, el producto 2 en lo semano 3 y el producto 3 en lo semano 4.

Por el momento se supone, que el planeador inició su programación tomando como base una **Capacidad Planeada\*** de 180 unidades/semana para comenzar la producción. La capacidad planeada supuesto, es un indicador de cuanto debemos producir y no rebosar los límites. Lo siguiente tabla muestra como el planeador realizó el plan maestro de producción.

\* Ver Cap.6, "Planeación de los Requerimientos de la Capacidad".

#### Capítulo 4. Plan Maestro de Producción.

**Nota:** La capacidad planeada es indispensable, pero saber si es posible llevar a cabo la producción y no existen sobrecargas en tiempo en los centros de trabajo (máquinas, control de calidad).

**TABLA 4.6: Programa Maestro para un grupo de productos**

<b>PRODUCTO 1</b>					
Pronóstico		150	100	50	50
MPS		180	180		
Inventario	10	40	120	70	20
<b>PRODUCTO 2</b>					
Pronóstico		20	40	60	90
MPS				180	36
Inventario	70	50	10	130	76
<b>PRODUCTO 3</b>					
Pronóstico		30	30	35	45
MPS					144
Inventario	100	70	40	5	104

Al aparecer todos los números positivos en inventario según la tabla 4.6, se puede decidir que el Plan Maestro de Producción ha sido correcto, ya que no existen números negativos como lo fue en el caso de la tabla 4.5.

El Plan Maestro de Producción está directamente ligado en base a los requerimientos de la capacidad de la planta, con el propósito de visualizar si la producción planeada cumple con las expectativas de la capacidad de la planta y no existan sobrecargas en los centros de trabajo,\* y la producción no cumpla con los objetivos planeados.

\* Ver Cap.7, "Control de las Actividades de Producción".

ESTA TESIS HA DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## OPERACION DEL MPS

Si la diferencia entre la cantidad disponible existente en inventarios y el pronóstico de ventas es menor o igual a cero, entonces se lanzará una orden de producción para cubrir con los requerimientos planeados. Lo anterior se puede describir mediante la ecuación 4.1:

$$\text{BALANCE FINAL} = \text{CDI} - \text{P} + \text{OP} \quad (\text{ec.4.1})$$

donde:

- CDI** = Cantidad disponible en inventarios ( Unidades ).
- P** = Pronóstico del producto ( Unidades ).
- OP** = Orden de producción ( Unidades ).

En la tabla 4.7 se muestra un ejemplo utilizando la ecuación 4.1.

**TABLA 4.7: Cálculo de el tamaño de orden de producción generada a partir del concepto MPS.**

CANTIDAD DISPONIBLE ( UNIDADES )	PRONOSTICO ( UNIDADES )	TAMAÑO DE LOTE ( UNIDADES )	ORDEN MPS ( UNIDADES )	BALANCE FINAL ( UNIDADES )
1,550	1,800	100	300	50
2,900	3,200	200	400	100

En base a la tabla 4.7 se podrá observar que la producción se realiza por múltiplos de lote y esto dependerá de las políticas tomadas por la empresa. La diferencia entre la cantidad disponible y el pronóstico es de - 250 unidades (1550-1800), el cual nos indica que estamos por abajo de los requerimientos de venta planeados, entonces se deberán producir 3 lotes (300 unidades) por realizarse la producción de acuerdo a múltiplos de lote y no producir 250 unidades como sería el caso.

#### Capítulo 4. Plan Maestro de Producción.

Cuando los productos tienen presente un *Inventario de Seguridad*, se realizarán exactamente los mismos cálculos anteriores solamente contemplando que el Balance Final sea igual o mayor al Inventario de Seguridad. Lo anterior se puede describir en la ecuación 4.2.

$$\text{BALANCE FINAL CON INV. DE SEG.} = \text{CDI} - \text{P} + \text{OP} \quad (\text{ec.4.2})$$

donde:

CDI = Cantidad disponible en Inventarios { Unidades }.

P = Pronóstico del producto { Unidades }.

OP = Orden de Producción { Unidades }.

En la tabla 4.8 se muestra un ejemplo considerando la ecuación anterior, el cual es exactamente la misma que se utilizó en la tabla 4.7, pero ahora el cálculo se hará considerando un *Inventario de Seguridad*.

**TABLA 4.8: Cálculo de el tamaño de orden de producción generada considerando un inventario de seguridad.**

CANT. DISPONIB. (UNIDADES)	PRON. (UNIDADES)	INV.DE SEG. (UNIDADES)	TAMAÑO DE LOTE (UNIDADES)	ORDEN MPS (UNIDADES)	BALANCE FINAL
1,550	1,800	1,500	100	1,800	1,550
2,900	3,200	2,900	200	3,200	2,900

En base a la tabla anterior se observa que la producción se realiza por múltiplos de lote y esto dependerá de las políticas tomadas por la empresa. La diferencia entre la cantidad disponible y el pronóstico es de **-250 unidades** (1550-1800), teniendo en cuenta que el Inventario de Seguridad es de **1,500 unidades**, entonces se debe realizar una orden de producción de **1,800 unidades**, el cual es equivalente a 18 lotes de producción, para que el Balance Final sea de **1,550 unidades**, el cual contempla el *Inventario de Seguridad*.

## FORMA COMO EL MPS REALIZA LOS REQUERIMIENTOS

El planeador toma como base la fecha final de cada pronóstico y realiza los planes de producción en base a lo que hay en inventario. Si el nivel de inventarios está por arriba de los requerimientos generados por el pronóstico no serán emitidas órdenes de producción. Esto solamente se hará mientras exista producto en inventario para abastecer la demanda.

El propósito de generar un plan de producción, es ayudar al planeador a tomar decisiones rápidas para el control de la producción o en su defecto para el control de producto en inventario. Los siguientes puntos son los más importantes:

- Cancelar la orden de producción.
- Atrasar o adelantar las fechas de producción.

La ecuación 4.3 muestra el total de días planeados para la terminación de la producción:

$$\text{TOTAL DE DIAS} = \text{Requerimiento/Tasa De Entrega Diaria} + \text{Días De Entrega} \quad (\text{ec.4.3})$$

*Nota:* La tasa de entrega diaria, es definida como la producción que se debe realizar por día en base a los requerimientos solicitados por el mercado.

**TABLA 4.9: Tiempo total utilizado en la generación de la orden de producción.**

REQUER. (UNIDADES)	TASA DE ENTREGA DIARIA (UDS./DÍA)	DÍAS DE ENTREGA	TOTAL DE DÍAS	FECHA DEL PRONÓSTICO	FECHA DE INICIO DE LA PRODUC.
500	100	5	10	15/FEB/95	06/FEB/95
100	10	4	14	29/JUN/95	19/JUN/95
100.000	20.000	8	13	26/MAR/95	14/MAR/95

\* Valores tomados aleatoriamente.

#### Capítulo 4. Plan Maestro de Producción.

El tiempo de entrega, es aquél en el cual se comienza a tener producto terminado. El cociente del requerimiento y la tasa de entrega diaria dá como resultado el total de tiempo en el cual se comienza a recibir producto ya procesado (para el ejemplo anterior es 500 unidades/100 unidades por día = 5 días) y de acuerdo a que se tienen que producir 100 unidades/día según el concepto de tasa de entrega diaria, entonces durante un tiempo de producción continua de 5 días se obtendrán las 500 unidades de producto de acuerdo al requerimiento. Por lo tanto el tiempo total para la generación de la orden de producción será de 10 días (5 días hasta obtener producto y 5 días hasta obtener el total de producto).

### ORDENES PLANEADAS

La obtención de las **Órdenes de Producción Planeadas**<sup>6,7</sup> que pretenden cumplir con el pronóstico de ventas, exclusivamente para producto terminado dependerá de las políticas generadas por la empresa, y en este caso supondremos que la producción se está realizando por múltiplos de lotes. En la tabla 4.10 se muestra un ejemplo que determina el número de lotes que se tienen que producir en base al pronóstico de ventas:

**TABLA 4.10: Cálculo del No. de órdenes planeadas en base a los requerimientos.**

ART.	PRONOSTICO ( UNIDADES )	TAMAÑO DE LA ORDEN DE PRODUCCION PLANEADA ( UNIDADES )	TAMAÑO DE LOTE ( UNIDADES )	REQUER. ( UNIDADES )
1	557,468	100,000	100,000	600,000 = 6 LOTES
2	2,566	550	550	3,300 = 6 LOTES

**Nota : a)** Se deberá tomar en cuenta, que el No. de Lotes a producirse dependerá del inventaria disponible como se había ya indicado anteriormente. Por ejemplo si en inventario se tuvieran 500,000 unidades, si tomáramos como base el

<sup>6</sup> D.W.Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios*, Ed.CECSA 1994,p.406

<sup>7</sup> *Business Planning Control Systems, "Manual de Plan Maestro de la Producción(MPS)*, p.10-20

#### **Capítulo 4. Plan Maestro de Producción.**

---

*ejemplo anterior, sólo faltaría producir un lote de 100,000 unidades, el cual es igual a una orden planeada.*

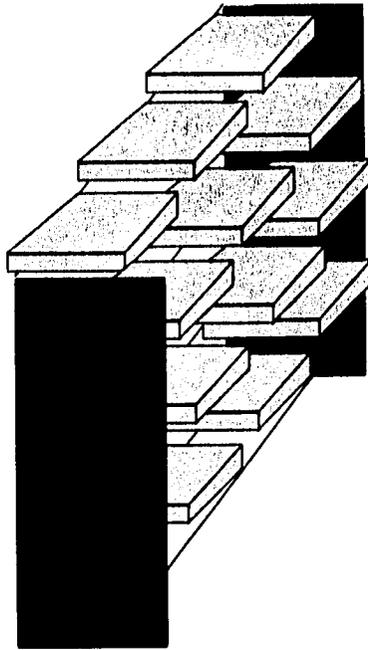
- b)** *La mayor parte de las empresas producen en base a tamaños de lote como se puede observar en la tabla anterior; la orden de producción es equivalente al tamaño de lote.*

Se ha terminado una etapa más de la planeación, una vez concluida la planeación de la producción se realizará la Planeación de los Requerimientos de los Materiales (MRP).\*

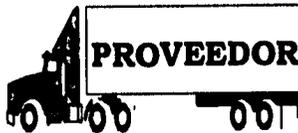
---

\* Ver Cap. 5, "Planeación de los Requerimientos de Materiales".

# PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES



**AREA DE  
PLANEACION**



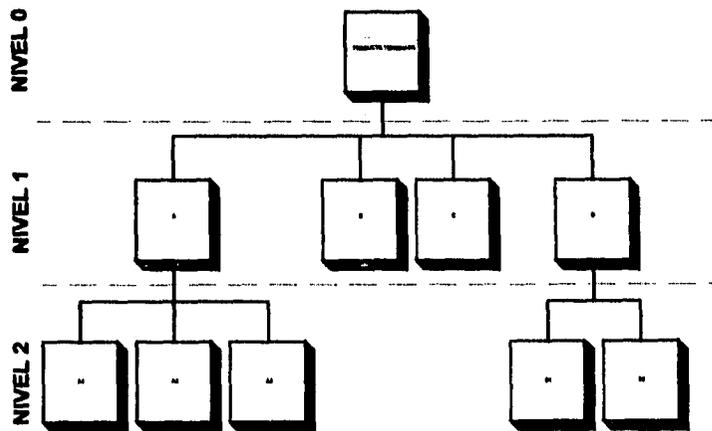
# V

## PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP)

---

Una vez realizada la planeación de la producción, es interesante saber como se inicia la **Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP)**,<sup>1</sup> ya que el producto final puede tener unos cuantos materiales o miles de ellos, como ya se había explicado en el Plan Maestro de Producción.\* Si se toma como referencia nuevamente la gráfica 4.3, se puede observar como se encuentra formado un producto.

### ESTRUCTURA DE ARBOL DE NIVELES MULTIPLES



---

<sup>1</sup> TEC-PRO, *Introducción a la Planeación de los Recursos de Manufactura (MRP II)*, p.11-26  
\* Ver Cap. 5, "Plan Maestro de la Producción".

## **Capítulo 5. Planeación de los Requerimientos de Materiales**

---

La finalidad del MRP, es elaborar un programa para cada uno de los componentes que forman el producto. Esto es, realiza la planeación tomando en cuenta, primero el tiempo de entrega más largo y por último el tiempo más corto de cada material con el propósito de tener todos los materiales en el momento que se les necesite.

Al igual que el Plan Maestro de la Producción (MPS), la Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP), checa la cantidad existente de cada material en Inventarios y si está por debajo de la cantidad requerida entonces se emiten órdenes de compra.

Es por eso, que cualquier variación en el pronóstico de ventas, se verá afectado en la cantidad de materia prima y los productos terminados no cumplirían con las cantidades de entrega planeadas, ocasionando con esto, exceso o falta de materiales en inventarios y sobre todo, malos servicios al cliente.

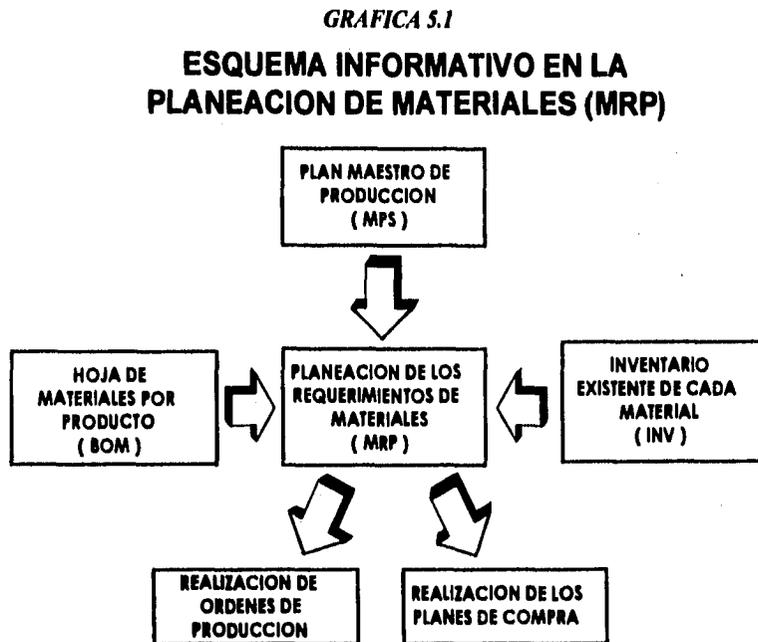
La **MRP**, como ya lo hablamos mencionado antes, analiza las siguientes preguntas:

- ¿Qué se necesita hacer? (producto terminado y semiterminado).
- ¿Qué debemos tener para hacerlo? (lista de mat. primas).
- ¿Qué tenemos? (manejo de inventarios).
- ¿Qué tenemos que conseguir? (órdenes de compra).

Para desarrollar una buena planeación de los requerimientos de los materiales, será necesario contar con la siguiente información:

- *Un listado de los productos con las cantidades respectivas a fabricarse generadas en base a una buena Planeación de la Producción (MPS).*
- *Se deberá contar con la hoja de materiales (BOM) y las cantidades necesarias para la elaboración del producto final.*
- *Se proporcionará un listado al personal de Planeación sobre las existencias de éstos materiales en inventarios y en base a esto comenzar con la requisición de materiales.*

Los puntos anteriores se pueden representar en la gráfica 5.1:



### DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS NETOS

Con la finalidad de comprender la lógica de *la Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP)*, volveremos a retomar el ejemplo realizado en el plan maestro de producción referente a la fabricación de cuadernos profesionales\*. Los materiales que se encuentran en la tabla 5.1, son los que se encuentran en existencia para la producción de los 1000 cuadernos.

\* Ver Cap.4, "Plan Maestro de la Producción", tabla 4.1.

**Capítulo 5. Planeación de los Requerimientos de Materiales**

**TABLA 5.1.: Materiales que se encuentran en existencia.**

Artículo	Cantidad	U/M
1. Cuadernos Profesionales	10	Piezas
2. Pasta (Portada)	100	Piezas
3. Pasta (Contraportada)	97	Piezas
4. Espirai	100	Piezas
5. Hojas de Papel Bond	10,000	Piezas
6. Cajas Colectivas	3	Piezas

El procedimiento para calcular el requerimiento neto es el siguiente:

**CUADERNOS PROFESIONALES:**

Requerimiento Bruto	1000 Piezas
Cantidad Existente	<del>-0010 Piezas</del>
Requerimiento Neto	0990 Piezas

**PASTA (PORTADA):**

Requerimiento Bruto	0990 Piezas
Cantidad Existente	<del>-0100 Piezas</del>
Requerimiento Neto	0890 Piezas

**PASTA (CONTRAPORTADA):**

Requerimiento Bruto	0990 Piezas
Cantidad Existente	<del>-0097 Piezas</del>
Requerimiento Neto	0893 Piezas

**ESPIRALES:**

Requerimiento Bruto	0990 Piezas
Cantidad Existente	<del>-0100 Piezas</del>
Requerimiento Neto	0890 Piezas

## Capítulo 5. Planeación de los Requerimientos de Materiales

### **HOJAS DE PAPEL BOND:**

Requerimiento Bruto	99,000 Piezas
Cantidad Existente	<u>-10,000 Piezas</u>
Requerimiento Neto	89,000 Piezas

### **CAJAS COLECTIVAS:**

Requerimiento Bruto	00010 Piezas
Cantidad Existente	<u>-00003 Piezas</u>
Requerimiento Neto	00007 Piezas

Los requerimientos netos son las materias primas que se tienen que comprar por que no los hay en existencia, excepto el producto terminado (cuaderno profesional, por ser el artículo que la empresa fabrica).

*Nota: Debido a que la capacidad por caja es de 100 cuadernos profesionales, entonces para un requerimiento de 990 cuadernos profesionales se siguen necesitando un requerimiento bruto de 10 cajas colectivas.*

## **DEFASAMIENTO DEBIDO AL TIEMPO DE OPERACION**

El tiempo necesario para que los materiales se encuentren en el momento que se les requiera se le conoce como **tiempo de obtención o tiempo de respuesta**<sup>2</sup> y el cual depende de las políticas de proveedores. Tomando nuevamente el ejemplo de fabricación de Cuadernos Profesionales, para tener una idea más clara, el cliente y el proveedor llegaron a un acuerdo y determinaron los siguientes tiempos de respuesta, el cual aparecen la tabla 5.2:

---

<sup>2</sup> D.W.Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios*, Ed.CECSA 1994, p.392-394.

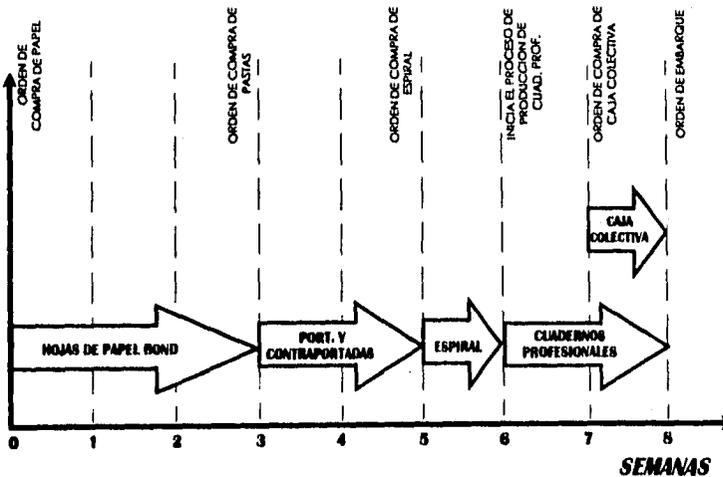
**TABLA 5.2: Tiempos de respuesta de materiales.**

1. CUADERNO PROFESIONAL	2 SEMANAS
2. HOJAS DE PAPEL BOND	3 SEMANAS
3. PASTAS ( PORTADA Y CONTRAPORTADA )	2 SEMANA
4. ESPIRAL	1 SEMANA
5. CAJA COLECTIVA	1 SEMANA

Considerando que el producto terminado (cuaderno profesional) está planeado terminarse en la semana 8, tomando como referencia que el año tiene 52 semanas. La gráfica 5.2 representa el sistema de planeación.

**GRAFICA 5.2**

**DIAGRAMA DE DEFASAMIENTO  
DEBIDO AL TIEMPO DE OPERACION**



## **Capítulo 5. Planeación de los Requerimientos de Materiales**

---

La gráfica 5.2 representa la ruta de planeación sobre la compra de materiales y el momento en el cual se tiene que comenzar la etapa de proceso.

La planeación se hizo tomando en cuenta los siguientes puntos:

- 1) Estado financiero de la empresa (¿se cuenta con recurso monetario para la compra de material?).
- 2) Tiempo de respuesta para la entrega de materiales.
- 3) Fecha en la que se tiene que comenzar la producción.

**Nota:** Los datos se hicieron tomando en cuenta la **tabla 6.1** (tiempos de respuesta de materiales) y respetando el acuerdo tomado entre **proveedor y cliente**.

### **REPRESENTACION GRAFICA DEL MRP.**

En la mayor parte de los casos es utilizado un cuadro, donde nos presenta las cantidades requeridas de material de acuerdo a las cantidades del producto final requerido en cada período, según el pronóstico de ventas. En base al producto final se hace la llamada Explosión de Materiales con las cantidades requeridas en la que aparecen los siguientes datos:

- *Material.*
- *Cantidad de material requerida.*
- *Unidad de medida.*
- *Período o fecha en la que será utilizada.*
- *Inventario de seguridad.*
- *Tamaño de lote.*
- *Tiempo de respuesta de el material.*



## Capítulo 5. Planeación de los Requerimientos de Materiales

recepciones programadas. Aquellas órdenes, se planean para que se terminen en el tiempo que se les necesite se le conocen como órdenes planeadas y el resultado es tener una recepción de órdenes planeadas. La diferencia de las órdenes Planeadas y las Recepciones Programadas, es que las órdenes planeadas no han sido emitidas a producción.

La cantidad de las órdenes planeadas dependerá de los tamaños de lote.\* El tamaño de lote será una decisión tomada no muy a la ligera ya que puede afectar a:

1. Niveles de Inventarios.
2. Capacidad de la Planta.
3. El Nivel de Costos.

Para determinar el tamaño de lote de producción o de compra, se tuvo que hacer un estudio detallado, contemplando los términos anteriores (niveles de inventarios, capacidad de la planta y el costo del inventario).

La gráfica 5.3, muestra la terminación de un producto en 16 semanas y para fines prácticos se consideró que el Plan Maestro de Producción se fijara durante este período de tiempo (no existirán modificaciones en sus requerimientos). Entonces al fijarse el MPS se comenzará con la **explosión de materiales**:

**GRAFICA 5.3**  
**TIEMPOS DE OBTENCION POR**  
**ACTIVIDAD SEGUN LOS**  
**REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE**



\* Ver Cap.4, "Plan Maestro de Producción", Ordenes Planeadas.

## **Capítulo 5. Planeación de los Requerimientos de Materiales**

---

De la gráfica 5.3, al cliente se le tiene que entregar el producto en un período de 6 semanas. Para esto se tomará en cuenta que no se dispone de la cantidad necesaria en inventario para cubrir con el requerimiento solicitado por el cliente, entonces se tuvo que iniciar el proceso de planeación para que 6 semanas antes de la entrega del producto al cliente ya se esté comenzando con el Ensamblado Final del producto y se pueda contar con él en la fecha planeada.

### **ORDENES PLANEADAS EN FIRME**

Este tipo de órdenes son muy utilizadas en la planeación de la producción y son aquellas que contemplan los días de horizonte y se pueden fijar en lo que se refiere a cantidades y tiempo de obtención. Cuando las órdenes planeadas son generadas y éstas han sobrepasado los días de horizonte el planeador podrá cancelar o cambiar la orden de producción o de compra planeadas a una orden en firme.

# PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA CAPACIDAD

MRP

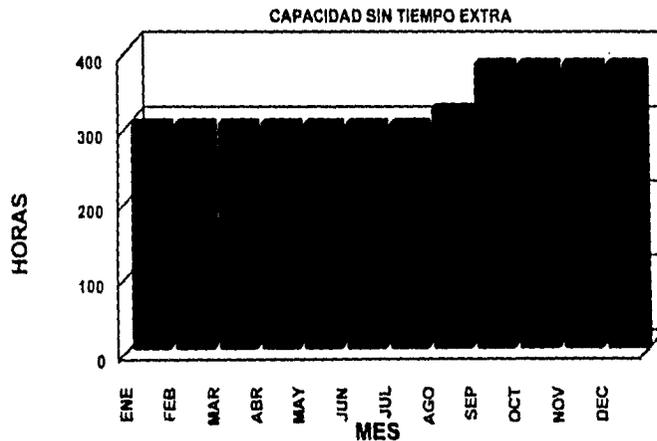


CRP



MPS

CAPACIDAD EN HORAS DE UN  
CENTRO DE TRABAJO



# VI

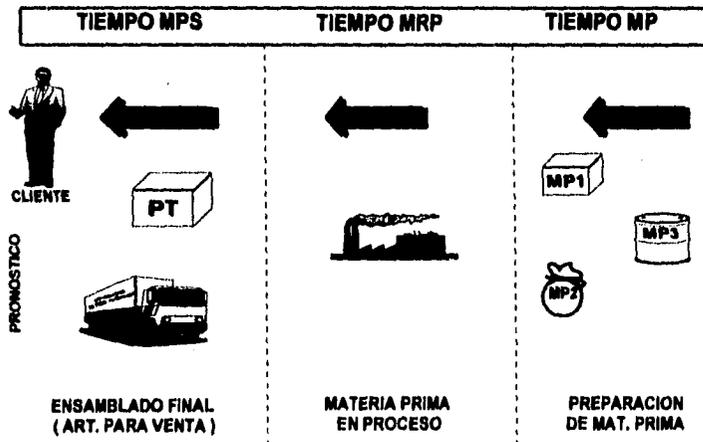
## PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA CAPACIDAD (CRP)

Anteriormente se había hablado de lo importante que es considerar la *Planeación de los Requerimientos de la Capacidad (CRP)*<sup>1,2</sup> en el plan maestro de la producción (MPS) así como en la planeación de los requerimientos de materiales (MRP).

En la gráfica 6.1 se podrá ver que las etapas son continuas y que una depende de la otra. Es por eso que debe existir el tiempo preciso para terminar cada una de las operaciones de proceso en el tiempo planeado.

GRAFICA 6.1

### ETAPAS DE PRODUCCION



<sup>1</sup> J.R.Evans, *Applied Production and Operations Management*, p.220.

<sup>2</sup> D.W.Fogarty, *Administración de la Producción E Inventarios*, Ed.CECSA 1994, P.464-507

## **Capítulo 6. Planeación de los Requerimientos de la Capacidad.**

Para llegar a tener una buena planeación dentro de la producción, el planeador hace uso de la Capacidad de la Planta, cuyo objetivo principal, es balancear las cargas de trabajo cuando están excedidas en tiempo o en unidades producidas, que se presenten en las diversas etapas del proceso, también llamados centros de trabajo. Por ejemplo, si la capacidad de un reactor estuviera planeada para producir 500 lt de un "X" producto y si el planeador ha generado una orden de producción donde la cantidad a producir es de 600 lt entonces la decisión es balancear la carga de trabajo a 500 lt. Los **Centros de Trabajo\*** pueden ser:

- Verificación de peso *Materias Primas*.
- Máquinas.
- Control de Calidad.
- Grupo de Supervisores.

Uno de los principales problemas dentro de las compañías productoras, es el exceso de trabajo en los diversos Centros de Trabajo, ocasionando con esto retrasos en la producción así como también el incumplimiento de tener el producto terminado en las fechas prometidas. La misma problemática revierte al saber que bastantes centros de trabajo se encuentran inactivos; entonces, para tener un funcionamiento adecuado el planeador tuvo que haber realizado un estudio de tiempos de proceso en los diferentes centros de trabajo. El planeador en base a lo anterior deberá realizar los balances de trabajo en cada uno de los centros de trabajo para compensar la carga de trabajo.

La planeación de la producción y la planeación de los materiales dependen una de la otra, y éstas a su vez dependen de la capacidad disponible en la planta.

La gráfica 6.2 muestra una idea general, de la relación que existe entre el Plan Maestro de la Producción (MPS) y la Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP) con la Planeación de los Requerimientos de la Capacidad (CRP).

---

\* Ver Cap. 7, "Control del Área de Producción".

GRAFICA 6.2

### RELACION DEL MPS, MRP CON LA PLANEACION DE LA CAPACIDAD



El planeador tendrá que contar con listados donde aparezcan las órdenes planeadas y planeadas en firme con las fechas que se tiene planeado producir y el tiempo de proceso disponible en cada uno de los centros de trabajo. En éste listado no aparecen las Ordenes en Piso (en área de producción).

Se debe hacer mención que el planeador no puede modificar las órdenes de producción que ya se encuentran fabricando, el cual indica que sólo podrán hacerse modificaciones en aquellas órdenes que no han sido enviadas a producción.

### VALIDACION DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCION

Para entender el concepto de la "**Capacidad de Planta**" regresaremos al punto en que se hace el Plan Maestro de Producción hasta ser validado. El planeador una vez que realizó su plan maestro de producción (MPS) en base a los requerimientos planeados mediante el pronóstico de ventas, deberá contemplar las etapas de proceso por las que

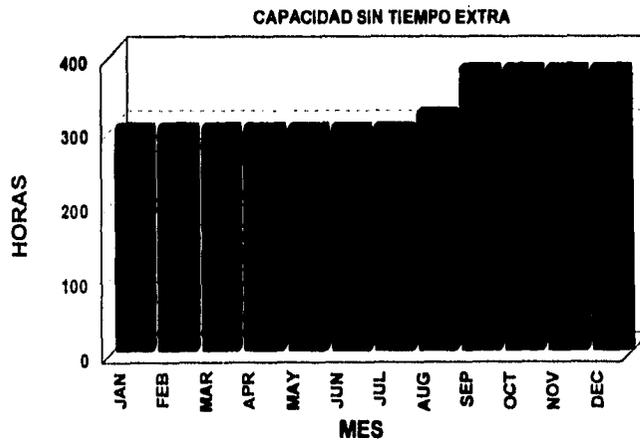
**Capítulo 6. Planeación de los Requerimientos de la Capacidad.**

pasará el producto hasta acondicionarlo en su totalidad y estar dispuesto para la venta (máquinas, control de calidad, supervisores) con el propósito de llevar un buen control de la producción y así controlar los niveles de inventarios. A ésta serie de pasos finales para la terminación del producto es conocido comúnmente en la industria como " **Ensamblado final** ".

Para que un plan maestro de producción sea validado se debe estar seguro que no existan sobrecargas de trabajo en los diversos centros de trabajo. El planeador deberá contar con la información de todas las órdenes planeadas para ver que centros de trabajo se encuentran saturados en tiempo y así tener la flexibilidad de realizar los balances necesarios cuando se requiera. En base a la gráfica 6.3 se tendrá una mejor visión sobre el concepto capacidad de planta:

**GRAFICA 6.3**

**CARGA DE TRABAJO DEL HORNO PARA LA FABRICACION DE GALLETAS**

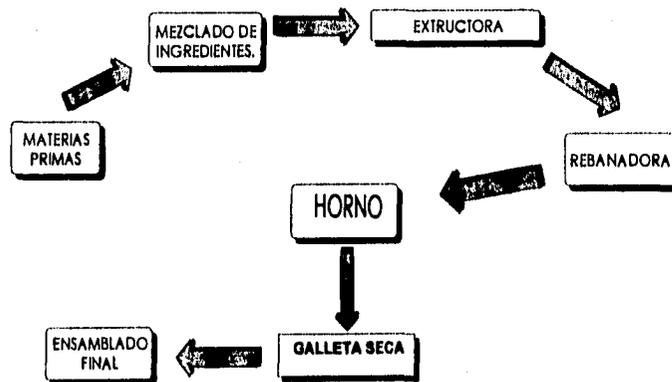


**Capítulo 6.** Planeación de los Requerimientos de la Capacidad.

La gráfica 6.4 se obtuvo considerando a una empresa que *fabrica galletas*, y que el proceso consiste en una serie de 4 operaciones de proceso (asociadas a un centro de trabajo cada una): extructora, rebanadora, horno, ensablado final.

**GRAFICA 6.4**

**CENTROS DE TRABAJO EN LA FABRICACION DE GALLETAS**



La **Extructora**, es por donde pasa la materia prima y ya procesada dándole la forma de galleta.

La **Rebanadora**, corta a la galleta proporcionalmente.

El **Horno**, pasará la galleta húmeda y servirá para extraerle la cantidad de agua presente.

La **Ensamblado Final**, consiste en el acondicionado del producto. Se debe considerar que el ensamblado final puede contar de uno o varios pasos.

La técnica consiste en comparar el informe de carga de la máquina de la capacidad requerida, con la capacidad planeada disponible en cada centro de

## Capítulo 6. Planeación de los Requerimientos de la Capacidad.

trabajo. Si se toma como referencia el **Horno (centro de trabajo)**, y disponemos de **400 horas planeadas/mes**, es decir las horas en las cuales no existe el tiempo extra. La capacidad requerida varía de 320 horas a 380 horas estándar. Por lo tanto, el Horno deberá de satisfacer el programa de producción durante todo el año sin necesidad de incluir tiempos extra. Esto lo podemos ver en la gráfica anterior.

Si el horno estuviera sobrecargado en horas de producción en alguno de los meses, el planeador tomaría una de las siguientes opciones:

- Recorrer la orden de producción al siguiente mes balanceando así la carga de trabajo.
- Cancelar órdenes planeadas de producción si se requiere.
- Adelantar las órdenes de producción cuando se requiera.

**Nota:** Se debe tener en cuenta que este mismo análisis se realiza para cada uno de los centros de trabajo.

### **DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE**

En base al ejemplo anterior (gráfica 6.3) el horno funciona 3 turnos de 8 hrs/día (**24 hrs./día**) y considerando que se trabajan 21 días/mes en promedio, es decir el horno funciona **504 hrs./mes** (24 hrs/día x 21 días/mes). Los resultados anteriores fueron calculados sin considerar los factores siguientes:

1. El horno no se encuentra disponible todo el tiempo (el horno puede descomponerse, el operador de la máquina puede ausentarse o el material que se necesita no puede estar disponible de inmediato).
2. Deberá de existir un ajuste entre el tiempo planeado y el porcentaje de producción promedio actual del departamento.

El primer ajuste es conocido con el nombre de **Utilización**. La utilización es una fracción del tiempo real utilizado por la máquina (comprendido entre 0 - 1), es decir considera el tiempo perdido debido típicamente a la máquina, a la ausencia del operador, a la herramienta o a la falta de material en el tiempo adecuado.

## Capítulo 6. Planeación de los Requerimientos de la Capacidad.

El segunda ajuste se le conoce como **Eficiencia**. La eficiencia es definida como el promedio de las horas estándar o planeadas por hora de reloj efectivamente trabajadas. Si el tiempo estándar es exactamente el mismo entonces la eficiencia es igual a 1. Si el tiempo real para realizar el trabajo es menor que el tiempo estándar entonces la eficiencia es mayor a 1. Ahora, si el tiempo real para realizar el trabajo es mayor que el estándar entonces la eficiencia es menor a 1.

De la explicación anterior se obtiene la ecuación 6.1 para calcular la **Capacidad Disponible**:<sup>3</sup>

$$\text{CAPACIDAD DISPONIBLE} = \text{Tiempo Disponible} \times \text{Utilización} \times \text{Eficiencia} \quad (\text{ec.6.1})$$

Supongamos que para el ejemplo anterior, la utilización del horno es de 0.71 y la eficiencia es de 1.12. Considerando que el tiempo que se tiene disponible es 504 hrs./mes. Entonces la capacidad disponible es la siguiente:

$$\text{Capacidad Disponible} = 504 \times 0.71 \times 1.12 = 400 \text{ hrs.}$$

La mayor parte de las campañas generan un programa donde aparecen las datos necesarias sobre las órdenes planeadas y planeadas en firme, mostrando la fecha de inicio y terminación de la orden, y la cantidad de horas necesarias para producirla. La anterior se muestra en la tabla 6.1:

**TABLA 6.1<sup>4</sup> : Capacidad utilizada para un artículo X.**

TIPO DE ORDEN	FECHA	HORAS	CANTIDAD	PRODUCTO	FECHA MPS
PLANEADA	17/03/95	24.50	100,000	x	24/03/95
PLANEADA	24/03/95	28.50	116,326	x	31/03/95
P. EN FIRME	31/03/95	16.50	67,346	x	07/04/95

Si se toman como referencia la primera orden planeada (17/03/95-24/03/95) se observa que son 8 días hábiles y de éstas se utilizaron 24.50 hrs. y observamos que se

<sup>3</sup> D.W. Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios*, Ed. CECSA 1994, p.484-486.

<sup>4</sup> Datos tomados aleatoriamente.

## Capítulo 6. Planeación de los Requerimientos de la Capacidad.

produjeron 100,000 unidades de producto terminado, entonces para la segunda orden planeada se utilizaron 28.50 hrs., entonces se puede deducir que la cantidad producida fue de 116,326 unidades.

**Nota:** Solamente se toman en cuenta los días hábiles generados en el **Calendario de Producción.**\*

Debe notarse que el tiempo utilizado para el proceso, solamente se está realizando exclusivamente para un centro de trabajo, de ahí que el tiempo no cubra los 8 días hábiles (considerando que el centro de trabajo solamente funciona en un turno de 8 hrs).

**Donde:**

1. **Fecha**, es la fecha que indica el inicio de la producción en ese centro de trabajo.
2. **Horas**, es el número de horas que utilizará ese centro de trabajo para efectuar el proceso productivo con el fin de que sea cubierto el número de piezas de la orden planeada.
3. **Cantidad**, es la cantidad que tiene proyectada cubrir de piezas o unidades de medida para el centro de trabajo durante la cantidad de horas utilizadas en ese centro de trabajo.
4. **Producto**, es el artículo que se va a producir (producto terminado).
5. **Fecha MPS**, es la fecha final para la cual está fijada la terminación del producto.

## **LA PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD EN EL MRP**

La planeación de los requerimientos de capacidad (**CRP**), es una comparación detallada de la capacidad que necesita el plan de requerimientos de material (**MRP**), y las órdenes en proceso contra la capacidad disponible. CRP verifica que haya suficiente capacidad para procesar todas las órdenes de producción emitidas dentro del horizonte

---

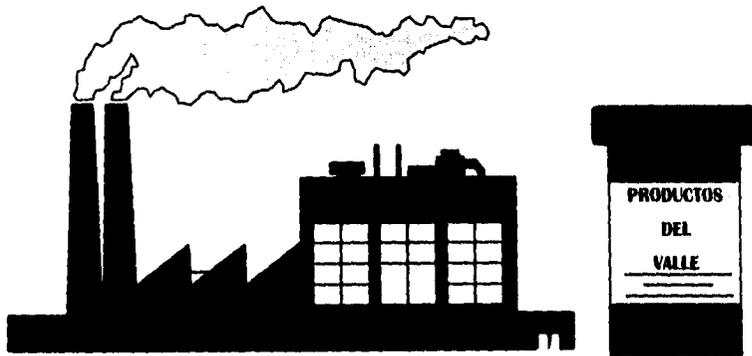
\* Ver Cap. 7, "Control del Area de Producción".

**Capítulo 6. Planeación de los Requerimientos de la Capacidad.**

---

de planeación. Es decir la planeación de los requerimientos de capacidad (**CRP**) estará enfocada a realizar el análisis de todos los centros de trabajo que generen artículos semiterminados o artículos que ya sufrieron un proceso químico o físico, con el propósito de estar disponibles en las fechas planeadas y entrar a la etapa siguiente, correspondiente al plan maestro de producción (**MPS**). En conclusión lo que se quiere, es obtener la fecha en la que se debe iniciar la producción contemplando todos los tiempos disponibles en la etapas de proceso sin que haya sobrecarga en los **Centros de Trabajo**.

# CONTROL DEL AREA DE PRODUCCION



# VII

## CONTROL DEL AREA DE PRODUCCION

---

El **Control de la Producción**,<sup>1,2</sup> permite visualizar lo que esta pasando en el área de proceso, es decir, llevar a cabo los objetivos que se desarrollaron durante la etapa de planeación. Es realmente la etapa donde no hay retroceso sobre lo planeado y por eso antes de iniciar la producción es necesario checar si lo que se va a producir es realmente lo correcto.

En éste capítulo se mencionará como son ejecutados las decisiones tomadas mediante la etapa de planeación.

El control siempre se llevará en las empresas y aquella que realice una mejor planeación será más competitiva en el mercado llegando así a cumplir sus objetivos.

La industria, es una de las áreas donde es necesario realizar una buena planeación e indicando con ésto un control eficiente en la elaboración de sus productos.

Si nos ponemos a pensar la enorme cantidad de productos que nos rodean y la manera como los grandes empresarios ponen en nuestras manos estos productos a un costo accesible. Estos productos tuvieron que haber pasado por una o varias etapas para su finalización, es decir, la diversidad de maquinaria utilizada, control de calidad, traslado de materias primas para su elaboración, entre otros.

Durante esta etapa será necesario contar con la Información dada en capítulos anteriores, como lo son:

- Políticas del Manejo de Inventarios.
- Planeación de los Requerimientos de la Producción (**MPS**).
- Planeación de los Requerimientos de Materiales (**MRP**).
- Planeación de los Requerimientos de Capacidad (**CRP**).

---

<sup>1</sup> *Business Planning Control Systems (BPCS), "Shop Floor Control (SFC)".*

<sup>2</sup> *J.R. Evans, Applied Production and Operations Managements, p.660.*

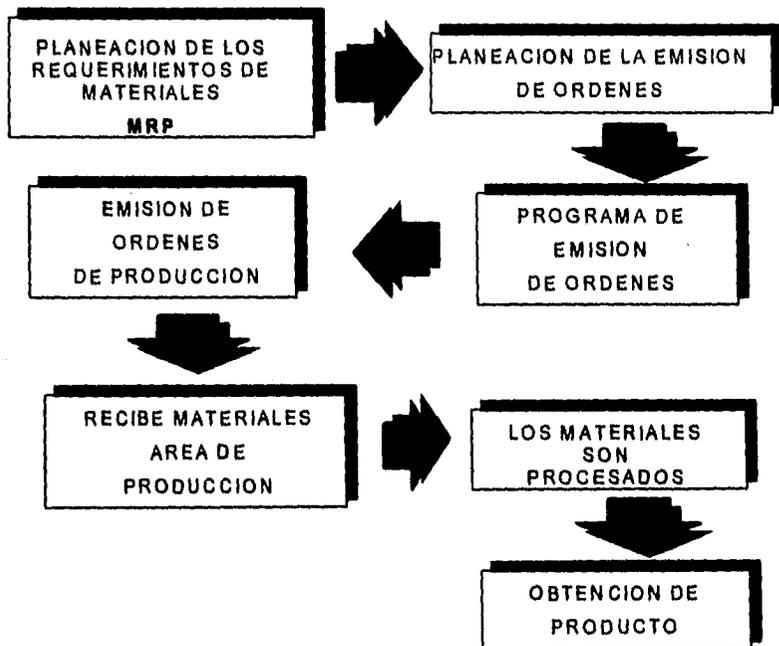
**Capítulo 7. Control del Area de Producción.**

Todos los planes realizados son ejecutados en el área de producción. Una buena planeación siempre trae consigo buenos resultados y sobre todo mejor atención al cliente.

La gráfica 7.1 representa los principios básicos para la ejecución de los planes realizados y así poder llevar a cabo las diferentes Actividades de la Producción:

**GRAFICA 7.1**

**REQUISITOS IMPORTANTES PARA  
EL CONTROL DE LAS ACTIVIDADES  
DE PRODUCCIÓN**



**NOTA: LA INFORMACION OBTENIDA ES REPORTADA A LOS DIVERSOS DEPARTAMENTOS QUE FORMAN LA COMPAÑIA.**

## CONCEPTOS BASICOS DENTRO DEL AREA DE PRODUCCION

### ***Ordenes de Producción.***

Es considerado como el documento enviado por el departamento de planeación al área de producción indicándose la ruta de proceso o las operaciones por las cuales pasarán los materiales (materias primas) para su fabricación. La orden de producción traerá consigo información de gran utilidad para el departamento de producción y entre la más importante está la siguiente:

- No. de orden de producción.
- No. de artículo o código del producto.
- No. de lote de producción.
- Tamaño de lote de producción.
- Fecha de inicio y terminación de la orden de producción.
- Tiempos de proceso.
- Ruta de proceso.
- Centros de trabajo.
- Fechas de inicio y terminación de cada una de las operaciones que forman la ruta de proceso.
- Cantidades, lote, descripción y código de las materias primas que forman la orden.

### ***Centro de Trabajo.***

Dentro del área de producción es común denominar **Centros de Trabajo**<sup>3</sup> a las operaciones (etapas) por las cuales pasará el material que forma el producto final, generalmente son máquinas, control de calidad, supervisores; es decir aquel tiempo realizado en cada una de las etapas para obtener el producto final. Un centro de trabajo puede ser una máquina o varias máquinas, uno o un grupo de supervisores, etc.

---

<sup>3</sup> J.R. Evans, *Applied Production and Operations Management*, p.347-349

***Operación de Proceso.***

Es considerada como una etapa por la cual va a pasar el proceso. En su momento veremos que varias operaciones de proceso forman una ruta de proceso, es decir los pasos desde que se tiene la materia prima hasta que se tiene el producto final.

Se debe mencionar que cada operación de proceso deberá estar ligada a un centro de trabajo.

***Tiempos de Proceso.***

Todas las operaciones llevadas a cabo para la elaboración del producto final requiere de tiempos específicos, que en su momento son llamados **Tiempos Estándar de Producción**,<sup>4</sup> y son considerados como aquellos tiempos que el planeador calculó en base a un estudio, considerando las especificaciones de proveedores en el caso de máquinas y tomando en cuenta, que las máquinas necesitan de cierta cantidad de operadores para su mejor funcionamiento, tiempos de control de calidad por producto, en pocas palabras todo aquel tiempo ligado a la terminación del producto final. Se debe considerar que en la realidad los tiempos planeados no son equivalentes a los reales y la finalidad del ser humano es lograr tener un comportamiento aproximado a la realidad. Dentro del área de producción los tiempos más conocidos son los siguientes:

***Tiempos Máquina.***

Son aquellas horas que una máquina o equipo tarda en realizar una operación completa. Entre mayor capacidad de carga tenga el equipo mayor será el tiempo máquina. El proveedor de la máquina dará especificaciones de la cantidad de material producido en un determinado tiempo Ej. 3000 Unidades/hora y el tiempo que la máquina tarde en realizar su actividad, es conocido como tiempo máquina.

---

<sup>4</sup> D.W. Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios*, Ed.CECSA, 530-532

## **Capítulo 7. Control del Area de Producción.**

### **Tiempos de Mano de Obra.**

Es el tiempo que tardan los operadores en realizar sus actividades dentro de una operación. Por ejemplo, las máquinas no se operan por sí solas, requieren de personal para que puedan funcionar adecuadamente y es precisamente este tiempo involucrado dentro de una misma operación o en una operación sola al que se le conoce como tiempo de mano de obra.

### **Tiempos de Preparación.**

Reciben este nombre aquellos tiempos utilizados en una o varias operaciones de una ruta de proceso. Un tiempo de preparación es aquel que se utiliza para preparar las materias primas para otro lote de producción. En la industria farmacéutica, la industria de bebidas; es utilizado este tiempo para cambiar las condiciones de operación para el siguiente lote de producción. Por ejemplo en una industria de bebidas donde se pretende elaborar dos productos de una misma familia pero uno difiere en el tamaño de botella entonces debe existir un tiempo de preparación para cambiar la altura de la maquinaria.

### **Tiempos de Reparación de Equipo:**

Quizá hasta el momento sólo hemos hablado de tiempos que continuamente se pueden presentar en una o varias etapas del proceso, pero es común darle mantenimiento cada cierto período de tiempo al equipo o en su defecto reparar el equipo por sí se requiere. Este tipo de situaciones deben de considerarse ya que las máquinas no tienen un funcionamiento eterno y con el tiempo sufren desgastes que poco a poco si no se les toma en cuenta pueden retrasar en su momento la producción o causar algún accidente si no se toman las medidas de seguridad adecuadas.

En la tabla 7.1 aparece un ejemplo de una **orden de producción** generada por una empresa en la que su proceso es intermitente o en lotes. De ahí que la orden tenga un número de lote.

**Capítulo 7 . Control del Area de Producción.**

**TABLA 7.1: Orden de Producción.**

ORDEN DE PRODUCCION						
No. Orden: 1500			No. de Lote: 96A01			
No. de Artículo: 047300			Fecha de inicio: 01/Ene/1996			
Cantidad Ordenada: 1500			Hora de inicio: 7:00 A.M			
Cantidad Entregada: 1450			Fecha de Terminación: 06/Ene/96			
Almacén: Producto Terminado						
OPER.	CENTRO DE TRABAJO	TIEMPO ESPERA (días)	HORAS			FECHA PROGRAMA A
			MAQ.	MANO DE OBRA	PREP.	
1	Central de Pesadas	2		2	3	3-ene-96
2	Filtración de Solución		1	2	2	4-ene-96
3	Llenado de Envases		1	2	1	4-ene-96
4	inyector de Saborizante		2	2	0.5	5-ene-96
5	inyector de Carbonatos		2	1	0.5	5-ene-96
6	Sellado de Envase		2	1	0.5	5-ene-96
6	Control de Calidad			3		6-ene-96

**Nota:** El ejemplo esta basado en la que su proceso de producción es intermitente o en tamaños de lotes.\*

Además todo el tiempo es calculado en base al calendario de producción, el cual es un tema que se vera más adelante.

**No. de Orden:** Indica el número de orden de producción. Generalmente la mayoría de las empresas generan sus órdenes de producción en base a un número consecutivo de orden.

**No. de Artículo:** Indica el número con la cual se identifica el producto para la orden de producción.

**Cantidad Ordenada:** Indica la cantidad por la cual fue generada la orden de producción.

**Cantidad Entregada:** Es la cantidad que al final fue obtenida. Por ejemplo la orden había sido generada por 1500 piezas y al final se entregaron 1450 piezas, el cual indica que durante el proceso hubo una merma\* de 50 piezas.

**Almacén:** Por lo general todo el producto terminado es almacenado en un almacén.

\* Ver Cap. 3, Política de Manejo de Inventarios, "Diseños de Procesos de Producción".

\* Ver Cap. 4, Plan Maestro de la Producción, "Merma".

**Capítulo 7 . Control del Area de Producción.**

---

**Fecha de Inicio:** Es el momento en el que la orden de producción es emitida o liberada. Esto indica la etapa en la cual inicia la fase de producción.

**No. de Lote:** Cuando el proceso de producción es intermitente o en lotes generalmente se lleva un control por número de lote.

**Hora de Inicio:** indica el control de la hora desde el momento en la cual comienza a contar el tiempo de producción. En este caso la hora es **7:00 A.M.**

**Fecha de Terminación:** Es la fecha en la cual se tiene planeado terminar la orden de producción. Por ejemplo para la tabla 7.1 ( orden de producción ) se consideró que todos los centros de trabajo funcionan en un turno de 8 horas/día, entonces todas las conversiones de los tiempos de horas a días se hacen en función de está constante. El procedimiento, es sumar los tiempos de cada una de las operaciones y luego considerando la fecha en la que se inicio la orden de producción (01/ene/96) se puede saber la fecha en la que se terminará la orden de producción. Por lo tanto de lo anterior se tiene:

**TABLA 7.2: Cálculo del total de horas para la obtención de la fecha de terminación.**

OPERACION	HORAS
1	21
2	5
3	4
4	4.5
5	3.5
6	3.5
7	3
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>44.5</b>
<b>TOTAL DIAS</b>	<b>44.5/8= 6 días</b>

Por lo tanto la fecha de terminación es, sumando 6 días a partir de la fecha de inicio (01/ene/96) dando como resultado **06/ene/96**.

**Tiempo de Espera:** Involucra el tiempo de generación de la orden, traslado de materias primas listas para procesarse, arreglo de materias primas para entrar a producción, etc. En la tabla 7.1 el tiempo de espera es de 2 días (2 días x 8 hrs./día= 16 horas).

## **PROGRAMA DE PRODUCCION POR SERIE DE TAMAÑOS DE LOTE**

La producción en serie de tamaños de lote es utilizada con frecuencia por las empresas cuando su intención es fabricar artículos iguales o muy similares. Entre las empresas más importantes que realizan su fabricación tomando como base éste principio se encuentran las compañías de bebidas, instalaciones de empaquetado de jabón en polvo y la industria farmacéutica. Una familia de productos puede producirse en cantidades de lotes en la misma línea con algunos cambios en la preparación, limpieza de equipo, y cambios en los materiales que entran en los diversos centros de trabajo (si no se requiere tiempo adicional para cambiar un artículo de la misma familia a otro; ocasionando con ésto una forma de producción mixta). Como ejemplo, podemos tener la fabricación de **2 tipos de Refrescos** similares y donde la única diferencia es el colorante y el sabor. En base al ejemplo anterior se podrá dar una cuenta de que la producción para artículos similares es posible llevarla a cabo por **Flujo de Lotes**, pudiendo así optimizar los tiempos de proceso.

En consecuencia, la administración de la producción tiene el objetivo primario de reducir y, eventualmente, eliminar el tiempo necesario para cambiar de productos necesarios en un grupo; a menor tiempo de cambio existirá una mayor flexibilidad y menos problemas en la programación realizada según las decisiones tomadas durante la etapa de planeación.

La cantidad del artículo que se produce depende de la velocidad de producción y el intervalo de tiempo necesario para cada producción. La decisión sobre el artículo que debe producirse depende de los siguientes factores:

- La cantidad disponible de cada artículo.
- La tasa de la demanda de cada artículo.
- Los tiempos requeridos en el cambio de materiales para la producción de diversos artículos (producción mixta).

## **Capítulo 7 . Control del Area de Producción.**

- La velocidad de producción de cada artículo.
- La ruta de producción (etapas de operación por la cual van a pasar los materiales para la finalización del producto).

Cuando los tiempos de preparación (cambio de materiales, limpieza de equipo), son relativamente pequeños e independientes de la secuencia o ruta de producción de los artículos, la decisión es sencilla: el artículo con el menor tiempo de agotamiento es el primero que se produce.

### **Tiempos de Agotamiento (TA).**

Es el período que durará el inventario existente dado el pronóstico de utilización. Por ejemplo si tomamos a una empresa que produce refrescos y esta vende 10 refrescos al día y se tiene 100 en inventario entonces el producto tardará en agotarse 10 días. La ecuación 7.1 es utilizada para calcular el tiempo de agotamiento.

$$TA = \text{Unidades de Inventario} / \text{Tasa de la Demanda} \quad (\text{ec.7.1})$$

**Nota:** La tasa de la demanda es el consumo de producto por día.

La tabla 7.3 muestra algunos artículos con sus respectivos tiempos de agotamiento.

**TABLA 7.3: Tiempos de agotamiento de algunos artículos.**

Art.	Inventario	Demanda (unidades/día)	TA (días)	Prioridad de Programación
A	100	10	10	1
B	20	5	4	3
C	150	30	5	2
D	30	15	2	4

En este caso se utilizó el tiempo de agotamiento para la programación de la producción, esto no indica que así deba ser siempre, sino se deben tomar otra serie de decisiones para la producción. Más adelante se mencionarán algunas técnicas para indicar la prioridad con la que se tiene que producir.

## **PROGRAMACION Y CONTROL DE PRIORIDAD EN EL TALLER DEL TRABAJO**

En un taller de trabajo se suele concentrar en la misma área equipos que realizan funciones similares . Lo habitual es que existen muchas órdenes de producción diferentes que son procesadas al mismo tiempo y pocas conservan la misma ruta de proceso (secuencia de operaciones para la fabricación de un artículo). La programación es la asignación de tiempos para iniciar y completar las órdenes de producción y así poder terminar los trabajos en las fechas indicadas. Por otro lado la secuencia indica la forma en la que serán procesadas dichas órdenes, por ejemplo: primero producir la orden **A**, luego la **B**, y así sucesivamente.

La mayor parte de las empresas buscan siempre tener una selección de un sistema, método o técnica de programación apropiado y que se adapten a sus necesidades.

Las políticas de administración y los objetivos, son la base para las decisiones sobre la programación. Por eso, la administración de la producción puede definir los objetivos de programación múltiples en diferentes formas, tales como:

- *Minimizar los tiempos de retraso de las órdenes de producción.*
- *Minimizar los tiempos de la producción.*
- *Minimizar los tiempos de proceso.*
- *Utilización máxima de los centros de trabajo "cuellos de botella".<sup>5</sup>*

**Nota:** Los cuellos de botella, son llamados a aquellos centros de trabajo donde se encuentran en espera operaciones de distintas órdenes de producción.

En base a los puntos anteriores muchos objetivos son validados mutuamente, tales como:

1. *Reducción en los tiempos de obtención de manufactura.*
2. *Reducción en los tiempos de proceso.*

---

<sup>5</sup> *W.R.Wassweller, Fundamentals of Shop Floor Control. APICS 1980, 352-354*

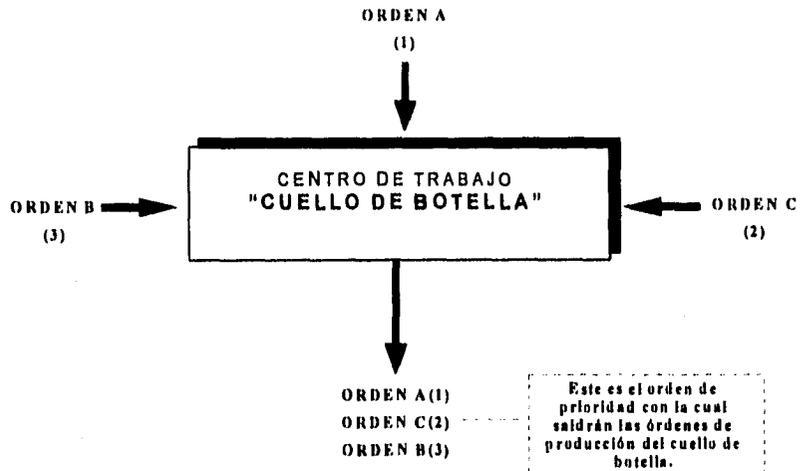
**Capítulo 7. Control del Area de Producción.**

**3. Aumento en la probabilidad de cumplir con las fechas de entrega de las órdenes de producción.**

A continuación se mostrará en la gráfica 7.2 el orden de prioridad con la que serán fabricadas ciertas órdenes de producción en un cuello de botella (todas las órdenes llegan al mismo tiempo al centro de trabajo).

**GRAFICA 7.2**

**CUELLO DE BOTELLA E INDICACION DEL ORDEN DE PRIORIDAD CON LA QUE SERAN PROCESADAS**



**NOTA: ANTES DE QUE ENTRE CUALQUIER ORDEN DE PRODUCCION AL CENTRO DE TRABAJO "CUELLO DE BOTELLA" DEBERA REALIZARSE LA PREPARACION DEL EQUIPO.**

La gráfica 7.2 muestra un cuello de botella, en donde la orden de producción A pasa por ese centro de trabajo, después la orden C, y por último la orden B.

Las condiciones del Centro de Trabajo se fijarán de acuerdo al artículo que se va a producir, tales como, la Limpieza del equipo, Presión, Temperatura, Voltaje, etc.

**Capítulo 7. Control del Area de Producción.**

Ahora otro punto de mayor importancia utilizado por el planeador, es la prioridad con la que se iniciará la fabricación de las diferentes órdenes de producción.

La prioridad con frecuencia está expresada en forma numérica y es utilizada para determinar la secuencia con la cual deben fabricarse las órdenes de producción.

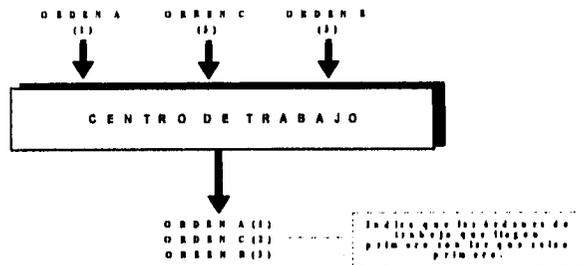
Existen una serie de reglas utilizadas por el departamento de planeación para indicar la prioridad con la que se debe iniciar las diferentes órdenes de producción y entre las más importantes se encuentran:<sup>6,7</sup>

**Primeras Entradas - Primeras Salidas (PEPS).**

Es utilizado cuando el departamento de producción tome la decisión de fabricar los órdenes que se tienen que entregar aquellas órdenes con mayor rapidez a los clientes y por lo general son aquellas órdenes de producción que son procesadas conforme vayan llegando al centro de trabajo.

**GRAFICA 7.3**

**CENTRO DE TRABAJO  
PRIMERAS ENTRADAS - PRIMERAS  
SALIDAS**



**NOTA: ANTES DE QUE ENTRE CUALQUIER ORDEN DE PRODUCCION AL CENTRO DE TRABAJO DEBERA REALIZARSE LA PREPARACION DEL EQUIPO.**

El gráfica 7.3 indica que la orden de producción **A** llega primero al centro de trabajo, el cual indica que será procesada primero, después llega la orden **C** y por último la orden **B**.

<sup>6</sup> S.A.Melnyk, *Production Activity Control, Homewood, IL: Don Jones-Irwin, 1987*

<sup>7</sup> D.W.Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios, Ed.CECSA 1994, p.520.*

**Menor Tiempo de Proceso (MTP).**

Es empleado cuando se quiere fabricar las órdenes de producción con el menor tiempo de proceso. Esta regla da como resultado los siguientes puntos:

- a) Menor producción en proceso.
- b) Menor tiempo promedio para la formación de órdenes de producción.
- c) Menor retraso en la entrega de las órdenes.

**TABLA 7.4: Órdenes con menor tiempo de proceso.**

ORDEN DE PRODUCCION	TIEMPO DE PROCESO (días)	PRIORIDAD
B	1	1
A	2	2
D	4	3
C	5	4

**Fecha de Entrega más Próxima.**

Su objetivo consiste en producir aquellas órdenes que tengan más próxima su fecha de entrega. Esta regla es aplicable cuando los tiempos de procesamiento son aproximadamente los mismos. A continuación se mostrará un ejemplo:

**TABLA 7.5: Prioridad por fecha de entrega más próxima.**

ORDEN DE PRODUCCIÓN	FECHA DE ENTREGA (días)	FECHA ACTUAL (días)	PRIORIDAD
A	130	125	1
B	132	125	2
C	136	125	3
D	138	125	4

**Nota:** Las fechas son tomadas en base a que el calendario de producción\* es de 365 días del año.

---

\* Ver Calendario de Producción (más adelante).

**Menos Operaciones (MO).**

Su función está basada en producir primero aquellas órdenes con menos operaciones. La lógica de ésta regla, es que menos operaciones abarquen menos tiempo en la cola de cada centro de trabajo y como resultado, la regla reduce el tiempo promedio de proceso, el tiempo de obtención de la producción y el retraso promedio en las órdenes de producción para su entrega. Se debe mencionar que el total de operaciones de una orden de producción forman lo que se conoce como una **Ruta de Proceso.**

**TABLA 7.6: Órdenes con menor tiempo de operación.**

<b>ORDEN DE PRODUCCION</b>	<b>No. DE OPERACIONES</b>	<b>PRIORIDAD</b>
A	2	1
B	3	2
C	4	3
D	5	4

**Tiempo de Holgura (TH).**

Su objetivo es fabricar primero aquellas órdenes de producción con el menor tiempo de holgura. El tiempo de holgura se calcula mediante la ecuación 7.2.

$$TH = TDFE - TRP \quad (ec.7.2)$$

donde:

- TH** = Tiempo de holgura (días).
- TDFE** = Total de días que tardará la orden de producción desde la fecha en la cual se realizó el pedido hasta su fecha de entrega (toma en cuenta solamente los días hábiles del calendario de producción).
- TRO** = Tiempo restante de operaciones (días).

**Tasa Crítica (CR).**

Su objetivo es fabricar primero los órdenes de producción que tengan una tasa crítica menor; es decir, la tasa crítica es un factor que indica que tan atrasadas están las órdenes de producción con respecto a su fecha de entrega. Con éste factor podemos predecir si dichas órdenes serán terminadas en la fecha programada. La tasa crítica puede ser calculada de la siguiente manera:

$$CR = TDFE / TFFP \quad (ec. 7.3)$$

donde:

- CR** = Tasa crítica (adimensional).
- TDFE** = Total de días que tardará la orden de producción desde la fecha en la cual se realizó el pedido hasta su fecha de entrega (toma en cuenta solamente los días hábiles del calendario de producción).
- TFFP** = Tiempo faltante para la finalización de la producción (días).

## CALENDARIO DE PRODUCCION

La programación y la planeación que se realiza en la planta de producción se hace tomando en cuenta un **Calendario de Producción**.<sup>3</sup> En éste calendario se tendrá la flexibilidad de que los diferentes departamentos que conforman la planta haga uso de él cuando se requiera. La principal función del calendario de producción, es proporcionar un calendario de trabajo y éste será usado para realizar las diferentes etapas de la planeación para la realización de la producción. El propósito de éste calendario, es lograr que los órdenes de producción se entreguen en las fechas indicadas. Indica principalmente los días laborables de la empresa. Entre las indicaciones más importantes tomadas por el área de planeación y de producción se encuentran las siguientes:

- Se indicarán centros de trabajo donde se laborarán 3, 2, 1 turnos así como también se indicará su tiempo de duración.

---

<sup>3</sup> *Business Planning Control Systems (BPCS), "Shop Floor Control"*

### Capítulo 7. Control del Area de Producción.

- Aparecerán los días no laborables de la compañía (fines de semana, vacaciones, días de descanso) con el propósito de que durante la programación de la producción solamente se tomen los días laborables (días activos).

En la tabla 7.7 se muestra un ejemplo de cómo es generado un calendario de producción.

**TABLA 7.7\* : Calendario de Producción.**

MANTENIMIENTO DEL CALENDARIO DE PRODUCCION							
FECHA DE INICIO: 01/ENERO/96							
CENTRO DE TRABAJO:							
Mantenimiento Global				Mantenimiento por Centro de Trabajo			
FECHA	DIA	TURNOS	HORAS	TD	TURNOS	HORAS	CAPACIDAD
01/ENE/96	ACTIVO	2	8	ACTIVO			16
02/ENE/96	ACTIVO	2	8	ACTIVO			16
03/ENE/96	ACTIVO	2	8	ACTIVO			16
04/ENE/96	ACTIVO	2	8	ACTIVO	1	8	8
05/ENE/96	ACTIVO	2	8	ACTIVO	1	8	8
06/ENE/96	DESCANSO			ACTIVO	1	8	8
07/ENE/96	DESCANSO			DESCANSO			

De la tabla 7.7 se observa que existen dos tipos de mantenimiento, uno es global y el otro por centro de trabajo. El mantenimiento global indica que todos los centros de trabajo se encontraran funcionando durante los días indicados. Por otro lado, el mantenimiento por centro de trabajo, es usado cuando se pretende modificar el plan de trabajo de un centro de trabajo específico, como se puede observar en la tabla 7.7, el día 6 de enero de 1996 donde se decidió trabajar por no haber terminado la producción un día anterior.

A continuación se mostrará la prioridad que se seguirá en base a un sistema de programación, tomando como base la fecha de entrega de una serie de órdenes de producción que llegaron al mismo departamento al mismo tiempo; es decir, todos los materiales se encuentran disponibles en el mismo lugar de acuerdo a la programación realizada para el inicio de la producción. Además la producción se realizó en base al **Calendario de Producción**. El calendario que se tomo en cuenta para la producción del mes de febrero de 1996 se encuentra en la tabla 7.8.

\* Datos tomados aleatoriamente.

TABLA 7.8: Días hábiles del calendario de producción.

MES DE FEBRERO DE 1996						
LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO
ene 29	ene 30	ene 31	32	33		
36	37	38	39	40		
43	44	45	46	47		
50	51	52	53	54		
57	58	59	60			

**Nota:** En la tabla 7.8 se encuentra sombreado los fines de semana (sábados y domingos), indicando que la planta no trabajará esos días. Además la numeración de los días se hizo tomando como referencia que el año tiene 365 días.

TABLA 7.9 : Prioridad de la programación de una serie de O.P.  
(fecha actual = día 36).

O.P	FE (días)	TPO (días)	TDFE (días)	NOR	TFO (días)	TFFP (días)	TH (días)	CR
A	40	1.5	5	4	2	3	3	1.66
B	43	1.0	6	5	4	8	2	0.75
C	45	2.0	8	2	6	7	2	1.14
D	47	3.5	10	3	5	8	5	1.25

donde:

- OP =Orden de producción.
- FE =Fecha de entrega (días).
- TPO =Tiempo de primera operación (días).
- NOR =N mero de operaciones restantes.
- TFO =Tiempo restante de operaciones (días).
- TH =Tiempo de holgura (días).

## Capítulo 7. Control del Area de Producción.

**CR** =Tasa crítica (adimensional).

**TDFE** = Total de días que tardará la orden de producción desde la fecha en la cual se realizó el pedido hasta su fecha de entrega (toma en cuenta solamente los días hábiles del calendario de producción).

**TFFP** = Tiempo faltante para la finalización de la producción (días).

De la tabla 7.9 se toma como ejemplo a la **orden A** para realizar sus respectivos cálculos:

### Tiempo de holgura ( usando la ecuación 7.2):

$$TH(A) = TDFE - TRO$$

$$TH(A) = 5 - 2 = 3$$

### Tasa crítica (usando la ecuación 7.3):

$$CR(A) = TDFE/TFFP$$

$$CR(A) = 5/3 = 1.66$$

para:

**CR > 1.0** La orden de producción es entregada antes de la fecha programada.

**CR = 1.0** La orden de producción es entregada en la fecha programada.

**CR < 1.0** Las orden de producción es entregada con retraso.

De lo anterior se puede concluir que entre menor sea la tasa crítica mayor será el orden de prioridad para comenzar la fabricación de la orden de producción.

### ***Prioridad existente para órdenes atrasadas.<sup>9</sup>***

La tasa crítica no es un buen indicador para órdenes de producción atrasadas; es por eso que para indicar su orden de prioridad para el inicio de su fabricación se hace uso de los siguientes métodos:

<sup>9</sup> D.W.Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios*, Ed.CECSA 1994, p.523-525

**Capítulo 7 . Control del Area de Producción.**

---

**1. Tiempo de holgura utilizando el tiempo faltante para la obtención de la producción.**

$$\text{THTFFP} = \text{TFR} - \text{TFFP} \quad (\text{ec.7.4})$$

donde:

**THTFFP** = Tiempo de holgura, utilizando el tiempo faltante para la obtención de la producción (días).

**TFR** = Tiempo faltante real (días).

**TFFP** = Tiempo faltante para la finalización de la producción (días).

**2. Tiempo de holgura utilizando el tiempo faltante de operaciones.**

$$\text{THTFO} = \text{TFR} - \text{TFO} \quad (\text{ec.7.5})$$

donde:

**THTFO** = Tiempo de holgura, utilizando el tiempo faltante de operaciones (días).

**TFR** = Tiempo faltante real (días).

**TFO** = Tiempo faltante de operaciones (días).

La tasa crítica proporciona información confusa cuando es aplicada a órdenes de producción atrasadas. En base a lo anterior se mostrará a continuación una tabla aplicada a un grupo de órdenes atrasadas, indicándose también su tasa crítica:

**TABLA 7.10: Tasa crítica para O.P. retrasadas (fecha actual= 36)**

O.P.	FE	TFR	TFFP	CR
A	40	5	2	2.50
B	36	0	10	0.00
C	36	0	8	0.00
D	32	-3	2	-1.50

**Nota:** El tiempo faltante real se hizo tomando en cuenta los días hábiles del calendario de producción que aparece en la tabla 7.8.

**donde:**

**OP** = Orden de producción.

**FE** = Fecha de entrega.

**TFR** = Tiempo faltante real.

**TFFP** = Tiempo faltante para la finalización de la producción.

**CR** = Tasa crítica.

Al observar la tabla 7.10, se puede notar que la tasa crítica no es un buen parámetro para indicar la prioridad con la que se tiene que comenzar la producción de las diferentes órdenes, es por eso que se hará uso de los dos métodos citados con anterioridad (tiempo de holgura utilizando el tiempo faltante para la obtención de la producción y el tiempo de holgura utilizando el tiempo faltante de las operaciones). A continuación aparecerán una tabla utilizando cada uno de los diferentes métodos:

**TABLA 7.11: Tiempo de holgura (tiempo faltante para la finalización de la producción).**

O.P.	FE	TFR	TFFP	DAAP	PRIORIDAD
<b>A</b>	40	5	2	+3	4
<b>B</b>	36	0	10	-10	1
<b>C</b>	36	0	8	-8	2
<b>D</b>	32	-3	2	-5	3

**Nota:** El tiempo faltante real se hizo tomando en cuenta los días hábiles del calendario de producción del mes de febrero mostrado en la tabla 7.8.

**donde:**

**OP** = Orden de producción.

**FE** = Fecha de entrega (días).

**TFR** = Tiempo faltante real (días).

**TFFP** = Tiempo faltante para la finalización de la producción (días).

**DAAP**= Días\*de atraso o adelanto del programa.

**Capítulo 7 . Control del Area de Producción.**

**TABLA 7.12: Tiempo de holgura (tiempo faltante de operaciones).**

O.P.	FE	TFR	TFO	DAAP	PRIORIDAD
A	40	5	1	+4	4
B	36	0	8	-8	1
C	36	0	4	-4	3
D	32	-3	2	-5	2

**Nota:** El tiempo faltante real se hizo tomando en cuenta los días hábiles del calendario de producción del mes de febrero mostrado en la tabla 7.8.

donde:

**OP** = Orden de producción.

**FE** = Fecha de entrega (días).

**TFR** = Tiempo faltante real(días).

**TFO** = Tiempo faltante para la finalización de la producción (días).

**DAAP** = Días de atraso o adelanto del programa.

De lo anterior se deduce que existen dos reglas de prioridad para la fabricación de los órdenes de producción atrasadas:

1. Produzca primero aquellas órdenes que tengan el mayor total de días con atraso en el programa, más el tiempo faltante para la finalización de la producción.
2. Produzca primero aquellas órdenes que tengan el mayor total de días atrasados en el programa, más el tiempo faltante de las operaciones restantes.

Las órdenes de producción para inventario de Seguridad tienen una menor prioridad que los artículos para cumplir el pedido realizado por un cliente con la misma fecha de entrega. Esto obedece la ley que indica que el cliente es primero.

## ADMINISTRACION DE LAS COLAS DE ESPERA.<sup>10</sup>

Las colas, consisten en artículos que esperan a ser procesados en un centro de trabajo. La longitud de ésta cola es medida en base a la cantidad de horas de trabajo que se encuentran en espera por las diferentes órdenes de producción que van a ser procesadas.

En una programación ideal no existirán colas, esto indica que los artículos llegarán a la hora exacta programadas y el centro de trabajo se encuentra libre y se pueda realizar la operación. Sin embargo uno de los propósitos del personal que labora en la planta es minimizar las colas de espera. Sin embargo las condiciones ideales rara vez existen en los talleres de trabajo.

El objetivo de mantener una buena administración de las colas de espera es controlar el tiempo de obtención de la producción y la producción en proceso y de ésta manera utilizar al máximo aquellos centros de trabajo llamados **Cuellos de Botella**.<sup>11</sup>

Se debe tomar en cuenta, que en cuanto termine una operación de una orden de producción que se está procesando en un centro de trabajo, inmediatamente después deberá prepararse el centro de trabajo para la introducción de la siguiente orden (tiempo de preparación de la máquina) y así sucesivamente.

La tabla 7.13 indica la programación realizada de una serie de órdenes de producción e indica la longitud de la cola de espera de cada una:

**TABLA 7.13: Colas de espera para una serie de órdenes de producción.**

ORDEN	TIEMPO DE OPER. (días)	FECHA DE INICIO DE LA OPERACIÓN (días).	FECHA DE TERMIN. DE LA OPERACION (días)
A	2	36.	37
B	3	38	40
C	2	41	42

<sup>10</sup> J.R. Evans, *Applied Production and Operations Managements*, p.660

<sup>11</sup> D.W. Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios*, Ed.CECSA 1994, p.542

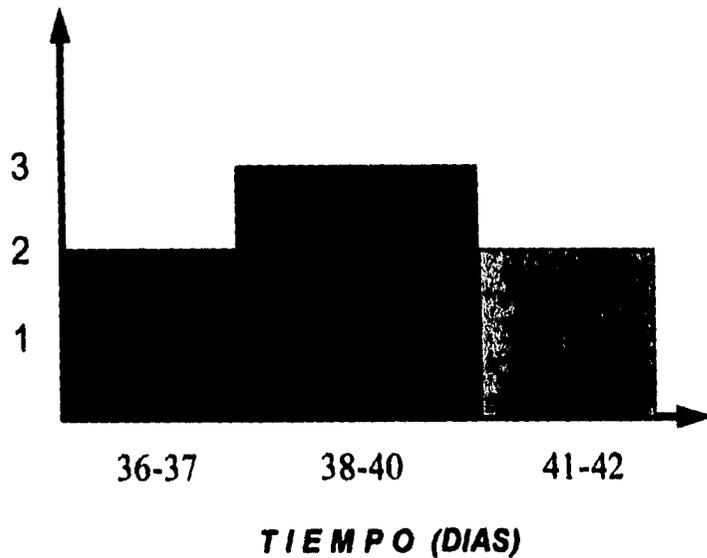
A continuación se muestra la gráfica que indica el tamaño de cola de espera de acuerdo a la tabla 7.13:

**GRAFICA 7.4**

## **REPRESENTACION GRAFICA DE UNA COLA DE ESPERA**

**COLA DE ESPERA  
DE O.P.**

**(DIAS)**



**NOTA:** EL TIEMPO DE COLA MOSTRADO ES SOLAMENTE EL DE UNA OPERACION DE LA RUTA DE PROCESO

O.P.- ORDEN DE PRODUCCION

## OPTIMIZACION DEL TIEMPO DE OBTENCION DE LA PRODUCCION

Una de las técnicas más usadas en el área de producción para la optimización del tiempo de procesamiento consiste en dividir el tamaño de lote de producción total en proporciones iguales a diferentes. El método se llama **traslape de operaciones de un mismo lote** <sup>12</sup> (se enlazan dos operaciones sucesivas acasionando que una se lleve a cabo inmediatamente después de la otra ). El traslape de operaciones, es una técnica muy usada en las áreas de manufactura cuando se quiere ahorrar el tiempo de preparación de las siguientes operaciones. Las pasas para la realización de la técnica de traslape de operaciones es la siguiente:

1. Dividir el tamaño de lote de producción por lo menos en dos lotes (lotes de transferencia).
2. Tan pronto como el primer lote termina de ser procesado (operación A), se desplaza hacia la operación B para procesarlo de inmediato.
3. Mientras se realiza la operación A en el segunda lote, la operación B procesa el primer lote.
4. Cuando ha concluido la operación A del segunda lote, es desplazada de inmediato a la operación B.

El personal que esté al tanto de la maquinaria por donde pasara el material para ser procesada, será capaz de tener la visión de que no existan sobrecargas en los respectivas centros de trabajo. La división del lote se hará en función de las piezas de producto que serán obtenidas por unidad de tiempo. Por ejemplo, si en la operación A se realizan 200 piezas/hora y en la operación B se realizan 100 piezas/hora esta quiere decir que el total de tiempo para procesar las unidades de la operación A en la operación B serán de 2 horas. Por eso, es recomendable realizar la división del lote en 100 piezas. Se debe tener en cuenta que cada **operación esta ligada a un centro de**

---

<sup>12</sup> D.W.Fogarty, *Administración de la Producción e Inventarios, Ed.CECSA 1994, p.529.*

## Capítulo 7 . Control del Area de Producción.

**trabajo.** A continuación se presentará un ejemplo para una orden de producción formada por dos operaciones (dos centros de trabajo) y los datos son los siguientes:

- Q** =  $Q1 + Q2 = 200$  piezas (tamaño de lote).
- Q1** = 100 piezas
- Q2** = 100 piezas
- Tpa** = 2 horas (tiempo de preparación de la operación A)
- Pa1** = 0.50 horas (tiempo de producción del lote Q1 en la operación A)
- Pa2** = 0.50 horas (tiempo de producción del lote Q2 en la operación A)
- Pb1** = 1 hora (tiempo de producción del lote Q1 en la operación B)
- Pb2** = 1 hora (tiempo de producción del lote Q2 en la operación B)
- Tpb** = 0.50 horas (tiempo de preparación de la operación B)

Si se toma en cuenta que la máquina A (operación A) obtiene un promedio de **200 piezas/hora** y la máquina B (operación B) obtiene un promedio de **100 piezas/hora**. De lo anterior se deduce que si se desea producir 100 piezas/hora(Q1) en la operación A entonces se requiere de un tiempo de **0.50 horas (Pa1)**. Como se obtiene 100 piezas de la máquina A entonces se necesita un tiempo de **1 hora** para ser procesadas en la máquina (**Pb1**).

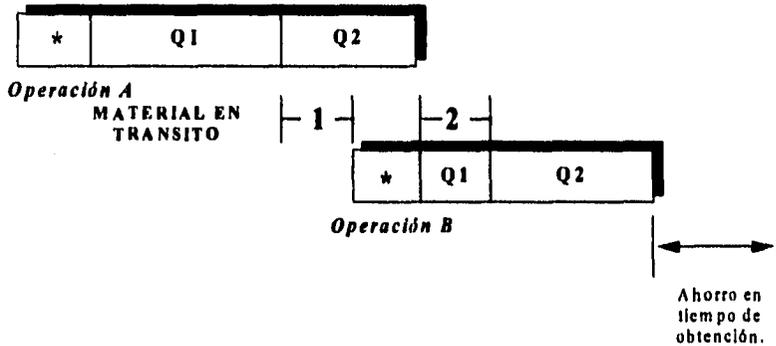
Esto se puede ver mejor en la gráfica 7.5.

**GRAFICA 7.5**  
**COMPARACION DEL TIEMPO DE**  
**OBTENCION SIN TRASLAPE Y**  
**CON TRASLAPE**

A) Tiempo de obtención sin traslape de operaciones.



B) Tiempo de obtención con traslape de operaciones.



De la gráfica 7.5 se puede deducir lo siguiente:

1. El tiempo de obtención de la producción *sin traslapes de operaciones*, es igual al tiempo de preparación de la operación A ( $T_{pa}$ ) más el tiempo total de producción en la operación A ( $P_{la}$ ) más el tiempo en tránsito de la operación A a la operación B ( $T_{ab}$ ) más el tiempo total de producción en la operación B ( $P_{lb}$ ). La ecuación es la siguiente:

$$\mathbf{TSTO = Tpa + P1a + Tab + P1b} \quad \mathbf{(ec.7.6)}$$

$$\mathbf{TSTO = 2 + 1 + 0.50 + 2 = 5.50 \text{ horas.}}$$

**donde:**

**P1a** = 1 hora (tiempo de producción de la operación A sin considerar traslapes de operaciones ).

**Tab** = 0.50 horas (tiempo en tránsito de la operación A sin traslape de operaciones).

**P1b** = 2 horas (tiempo de producción de la operación B sin considerar traslapes de operaciones).

**Tpa** = 2 horas (tiempo de preparación de la operación A).

2. El tiempo de obtención de la producción **con traslape de operaciones**: es igual al tiempo de preparación de la operación A (**Tpa**) más el tiempo de producción del lote Q1 en la operación A (**Pa1**) más el tiempo de producción del lote Q2 en la operación A (**Pa2**) más el tiempo en tránsito del lote Q2 de la operación A a la operación B (**Tab2**) más el tiempo de producción del lote Q2 en la operación B (**Pb2**). La ecuación es la siguiente:

$$\mathbf{TCTO = Tpa + Pa1 + Pa2 + Tab2 + Pb2} \quad \mathbf{(ec.7.7)}$$

$$\mathbf{TCTO = 2 + 0.50 + 0.50 + 0.50 + 1 = 4.50 \text{ horas.}}$$

**donde:**

**Tpa** = 2 horas (tiempo de preparación de la operación A).

**Pa1** = 0.50 horas (tiempo de producción del lote Q1 en la operación A)

**Pa2** = 0.50 horas ( tiempo de producción del lote Q2 en la operación A).

**Tab2** = Tiempo en tránsito del lote Q2 de la operación A a la operación B.

**Pb2** = 1 hora (tiempo de producción del lote Q2 en la operación B).

## Capítulo 7. Control del Area de Producción.

La diferencia entre las dos condiciones en los tiempo de obtención es de (5.50-4.50) 1 hora el cual indica que con el método de trasape de operaciones se pudo reducir hasta un 18 % aproximadamente de tiempo.

### **PUNTOS IMPORTANTES PARA EL CONTROL DE LAS ACTIVIDADES DE PRODUCCION<sup>13</sup>**

Entre los procedimientos más importantes para el control de las actividades de producción incluyen la emisión de las órdenes, su envío y una información detallada sobre la producción obtenida.

Dentro de la información que se deba tener presente en el taller de trabajo está lo siguiente:

1. Emitir órdenes de producción de acuerdo al programa.
2. Informar al departamento de producción sobre las fechas de inicio y terminación para cada una de las operaciones que conforman el producto y además sobre la fecha que se tiene programada concluir la orden.
3. Informar al área de producción sobre la prioridad de las órdenes de producción de acuerdo a la emisión realizada.
4. Controlar las órdenes de producción en aquellos centros de trabajo donde existan colas (centros de trabajo donde existan cuellos de botella).

#### ***Emisión de las Ordenes.***

La emisión de las órdenes (órdenes abiertas) inicia la fase de la ejecución de la producción así como también indica que materiales se tienen que comprar. Ya que de lo contrario, si no se encuentran todos los materiales no se puede iniciar la producción. Por la general, la emisión de las órdenes se basa en la generación de las órdenes planeadas.\*

<sup>13</sup> Buffa, Elwood, Spenser, *Administración de la Producción y de las Operaciones*, p.30-50

\* Ver Cap. 4, *Plan Maestro de la Producción (MPS), Ordenes Planeadas.*

## **Capítulo 7. Control del Area de Producción.**

### **Envío o Despacho de las Ordenes de Producción.**

El **Envío o el Despacho** informa la supervisión de la primera línea de las órdenes ya emitidas al área de producción, es decir se da el visto bueno de que todos los materiales se encuentren disponibles para el inicio de la fabricación y sobre todo que se haya seguido un orden de acuerdo al programa generado por el área de planeación (emisión de las órdenes y la prioridad con la que se debe producir).

La información generada, es recibida por el departamento de producción indicándose el programa que se deberá seguir para su fabricación. El tipo de información es enviado ya sea por un medio escrito, por un mensaje de computadora (actualmente las grandes empresas utilizan esta herramienta para controlar cualquier tipo de entradas o salidas que se realicen) o en el ultimo de los casos por vía teléfono. Se debe tomar en cuenta que siempre se deberá llevar un plan para la fabricación de artículos, por ejemplo, si las órdenes toman un día o menos para su proceso, entonces las listas de envío para la fabricación se deberá hacer diario. Por otro lado si el proceso de las órdenes de producción dura 2 o más días, entonces se deberá realizar un envío por semana. Todo esto depende de los tiempos de proceso de los artículos que se vayan a fabricar.

**TABLA 7.14: Información de lista de envío o despacho.**  
FECHA INICIAL: 35      CENTRO DE TRABAJO: 25  
CAPACIDAD DEL CENTRO DE TRABAJO= 85 horas/día

ART.	ORD. DE PROD.	CANT.	TIEMPO X UNIDAD (horas)	TIEMPO TOTAL (horas)	FECHA DE ENTREGA
1	6685	200	0.30	60	35
2	6689	100	0.80	80	36
3	6694	60	1.50	90	37

**Nota:** El número que tienen las órdenes de producción indica una identificación y es frecuente que las empresas lo usen como una referencia. Esto se había mencionado en la tabla 7.1.

## **Capítulo 7. Control del Área de Producción.**

Observando que la capacidad disponible del centro de trabajo es de **85 horas/día**, con esto se puede concluir que la orden de producción **6694** se realizará primero a pesar de su fecha de entrega ya que su total de días que se utilizarán para su proceso serán de 2 y de esta manera la orden se entregará retardada. En ocasiones se pueden presentar situaciones de este tipo pero sin embargo los problemas se tienen que resolver de una u otra manera. Las otras 2 órdenes de producción (**6685 y 6689**) se pueden producir una por día ya que el total de horas utilizadas para su proceso se encuentran en el rango de la capacidad disponible.

Los problemas pueden ser de diversos tipos y entre los cuales se pueden mencionar algunos:

- Capacidad disponible.
- Decisiones del cliente.
- Errores en el pronóstico de ventas.

### **INFORMACION OBTENIDA EN EL AREA DE PRODUCCION**

Todos los procesos realizados en el área de producción, generan información importante y el cual se tiene que reportar a los diferentes departamentos que conforman a la empresa, con el propósito de realizar los ajustes necesarios cuando así se requiera. La información reportada debe permitir que la administración tome acciones correctivas y significativas para los programas de producción. Todos los sistemas de información deben contar con una capacidad excepcional para informar a la administración siempre que ocurra una falla de maquinaria, los tiempos de proceso reales no cumplan con los planeados, escasez de materiales en alguna de las líneas de proceso o acontecimientos similares que amenacen la producción planeada.

En un taller de trabajo (área de producción), generalmente se requiere información sobre lo siguiente:

- Emisión de las órdenes de producción.
- Tiempo real de las cada una de las operaciones que conforman la ruta de proceso.
- Movimiento de las órdenes.
- Analizar aquellos centros de trabajo donde existan cuellos de botella.

**Capítulo 7 . Control del Area de Producción.**

---

- Desperdicios (MERMA) ocasionados durante el proceso.

**ARCHIVOS IMPORTANTES DE LAS  
AREAS DE PRODUCCION.**

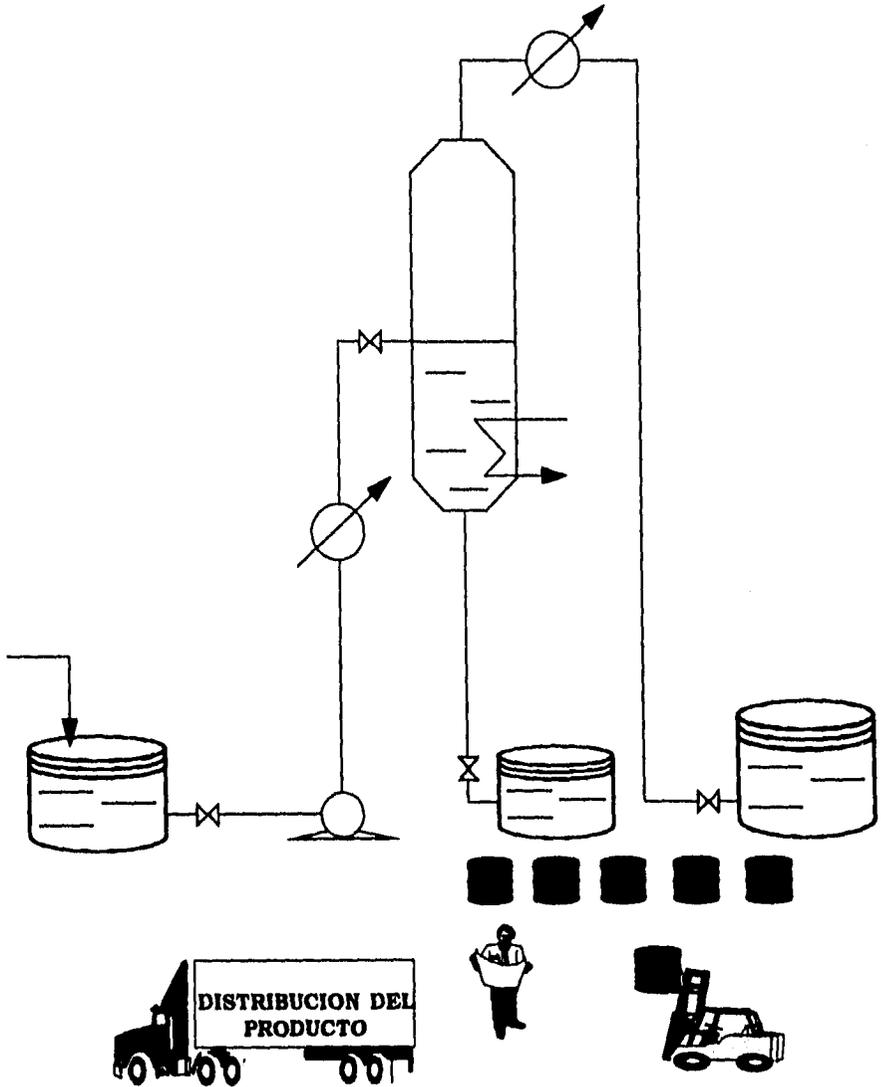
***Archivos de Planeación.***

- a) Archivo maestro de artículos o partes.
- b) Archivos de las rutas de proceso.
- c) Archivos de centros de trabajo.

***Archivos de Control.***

- a) Archivo maestro de las órdenes de producción.
- b) Archivo detallado de las órdenes de producción.

# APLICACION DEL MRP A LA INDUSTRIA QUIMICA



# VIII

## APLICACION DEL MRP A LA INDUSTRIA QUIMICA

---

Hasta el momento se han formulado los criterios y las bases para el desarrollo de la Planeación de los Recursos de Manufactura (MRP II) en las empresas dedicadas a la producción, sin embargo, una vez tenido los criterios y las bases el estudiante interesado será capaz de tener la visión para poderlo aplicar a la **INDUSTRIA QUIMICA**, principal motivo por el cual fue desarrollado este tema.

Todas las empresas dedicadas a la producción desarrollan sus estrategias en base a un sistema de planeación y sobre todo, aquellos grandes organismos sociales donde se elaboran productos de diversas clases será necesario llevar a cabo una buena organización para las diversas tareas que se realizarán. Si se considera a la Industria química, como una de las áreas más extensas y donde debe llevarse a cabo una buena planeación para obtener productos de mayor calidad, control eficiente en el manejo de materiales, reducción de costos y sobre todo una mejor coordinación entre los diferentes departamentos que forman la empresa.

Si se hace reflexión sobre la enorme cantidad de productos que nos rodean y la manera como los grandes empresarios ponen en nuestras manos estos productos a un costo accesible, la mayoría de ellos provienen de la Industria química. Estos productos tuvieron que haber pasado por una o varias etapas para su finalización; es decir, la enorme cantidad de equipo industrial utilizado para su elaboración, el transporte utilizado para la distribución, el traslado de materias primas para la producción, el personal involucrado durante la elaboración del producto. Entonces, de esto se concluye que debe existir una enorme comunicación y un gran apoyo por el personal de la empresa para que exista una mayor coordinación entre los diferentes departamentos que forman la empresa.

Lo que se trato de realizar en el trayecto de la tesis, fue fomentar las bases para poder aplicar el concepto de planeación y las decisiones sobre el manejo de materiales

a cualquier empresa. Ya que si se hubiera hablado desde el principio del trabajo, la aplicación de la planeación de los recursos de manufactura (MRP II) a la industria química se hubiera limitado un poco más el tema aún sabiendo que la industria química abarca una gama de procesos industriales, es por eso, que durante el transcurso de este capítulo se verá de una manera sencilla como puede ser aplicado la planeación de los recursos de manufactura (MRP II) a la industria química y algunos de los criterios que deben de seguirse para aplicarlo de acuerdo a las condiciones de operación para el proceso que se esté utilizando, esto se realizó con el propósito de que el estudiante tuviera una mejor visión sobre la manera de como se encuentra la estructura administrativa y productiva de una empresa y las decisiones tomadas sean aplicables a cualquier empresa productiva.

### **SECUENCIA LOGICA PARA LA APLICACION DEL MRP EN LA INDUSTRIA QUIMICA**

Anteriormente se había mencionado la inmensidad de procesos que se realizan en base a la industria química y la cantidad de productos que pueden obtenerse como resultado de ella, cada uno tiene sus propios criterios, sus propias políticas, su forma de producir y sobre todo sus estrategias de planeación para el desarrollo e implementación de la producción, planeación de los materiales, capacidad disponible de la planta y sobre todo las diversas formas de controlar las actividades de producción.

Aún sabiendo que la industria química tiene un campo de aplicación muy extenso, varios de los procesos químicos son de tipo continuo, entre los que se pueden considerar toda la petroquímica básica, todos los procesos de refinación, etc. El objetivo de éste capítulo, es mencionar algunos criterios básicos y realizar con un ejemplo sencillo la aplicación de el MRP en la industria química, con el propósito de que el estudiante lo pueda entender fácilmente y el tema no se salga de los límites para el cual fue diseñado.

La secuencia de operación del MRP en la industria química es semejante al mostrado en la gráfica 1.1 (gráfica general), únicamente diferenciándose sobre el manejo y las políticas para la producción.

Una planta química comprende diferentes tipos de operaciones unitarias, entre los que puede existir procesos donde haya alguna reacción química o simplemente se

## Capítulo 8. Aplicación del MRP a la Industria Química.

lleven a cabo algunos medios de separación para la obtención de productos puros o casi puros. Aunque puede existir el caso donde en la misma planta química puedan existir tanto procesos de separación como procesos donde exista una o varias reacciones químicas. La mayor parte de las empresas tratan de aprovechar al máximo los materiales utilizados y los productos que se puedan obtener de ellas. Es por eso, que en las plantas químicas tan grandes debe existir una buena planeación de los materiales para el inicio de la producción así como también un buen control administrativo.

Algunos de los procesos más comunes elaborados por la industria química son los siguientes:

- *Hidratación del etileno para la producción de etanol.*
- *Proceso de cloruro de hidrógeno anhidro a partir de vapor de hidrógeno e hidrógeno electrolítico.*
- *Recuperación de hidrocarburos ligeros a partir de gas natural.*
- *Oxidación del etileno para la producción de óxido de etileno.*
- *Todos los procesos de absorción y desorción de gases.*

La secuencia de operación del MRP en la industria química está basada en los criterios y las bases que se han asimilado en capítulos anteriores.

Algunos de los criterios utilizados para desarrollar todas las etapas de planeación desde que llegan las materias primas utilizadas para la producción hasta que el material sale de la planta como producto terminado, los procesos administrativos y la ejecución y control de los planes dentro de una planta química son los siguientes:

- **Proceso que se está llevando a cabo (proceso continuo o por lotes de producción).**
- **Se necesitan generar los planes de venta (pronóstico de ventas) y la expedición de los pedidos abiertos ya solicitados por los clientes.**
- **Coordinación entre el área de ventas y planeación.**
- **Políticas establecidas con el manejo de materiales.**
  - *Acuerdos generados con el proveedor (manera de como serán enviados los materiales a la planta).*
  - *Mantener en inventario sólo aquellos materiales de mayor consumo (materias primas).*
  - *Almacenamiento del producto (tanques con capacidades grandes, localidades, frascos, etc.)*

## Capítulo 8. Aplicación del MRP a la Industria Química.

- *Medio de transporte de como serán recibidas las materias primas (tubería, avión, barco, transporte terrestre, etc.).*
- **El MPS se realiza en base a un pronóstico de ventas (producción contra inventario) o de acuerdo a los pedidos generados por el cliente. Además es necesario conocer si la producción se realiza continuamente (proceso continuo).**
- **Realización de la planeación de los requerimientos de materiales (MRP).**
- **Es importante que se calcule la capacidad disponible utilizada en los distintos centros de trabajo para tratar de balancear la carga de trabajo, que serán cubiertas por las distintas órdenes planeadas de producción. Aunque cabe señalar que la capacidad de un proceso continuo es diferente a la que se realiza en un proceso por lotes, aunque la mecánica que se sigue es la misma (Ver más adelante diferencias entre un proceso continuo y un proceso por lotes).**
- **Realizar los planes de compra de los materiales faltantes indispensables para la producción, así como también las refacciones necesarias, etc.**
- **Ejecución de los planes realizados en el área de producción obteniendo la información necesaria para la retroalimentación de datos con el propósito de proponer nuevas alternativas de mejoras a la empresa.**
- **Definir la manera como será distribuido el producto (tubería, avión, barco o por un medio de transporte terrestre).**
- **Realizar un análisis sobre los costos que intervienen en la generación del producto.**
- **Comparar los resultados obtenidos con los planeados, en este caso realizar una comparación entre la venta real y la venta planeada (pronóstico de ventas).**

Como se puede observar la mayor parte de los criterios ya se habían mencionado en capítulos anteriores, pero sin embargo serán muy útiles volver a tomarlos en cuenta para el ejemplo que se mostrará al final del capítulo, donde de una manera sencilla se muestra al estudiante una aplicación del **MRP a la Industria Química**.

### **DIFERENCIAS ENTRE UN PROCESO POR LOTES Y UN PROCESO CONTINUO**

Un *proceso continuo* y un *proceso por lotes* ya se habían mencionado en el capítulo 3, política y manejo de inventarios. Sin embargo, es importante volverlo a

**Capítulo 8. Aplicación del MRP a la Industria Química.**

mencionar aquí, debido a que es práctico para el estudiante y son algunos de los problemas con el que frecuentemente se tropezará, es por eso que es importante mencionar algunas de las diferencias que existen entre un proceso continuo y un proceso por lotes, siendo útiles para el entendimiento del ejemplo donde se aplica el MRP a la industria química mostrado al final de este capítulo, y donde sus condiciones de operación se encuentran en la gráfica 8.1. Algunas de las diferencias entre un proceso continuo y un proceso por lotes son las siguientes:

**TABLA 8.1: Diferencias entre un proceso continuo y un proceso por lotes de producción.**

<b>DIFERENCIAS</b>	
<b>PROCESO CONTINUO</b>	<b>PROCESO POR LOTES</b>
<p><i>Ejemplos: Los procesos de refinación, toda la petroquímica básica, procesos para el tratamiento de aguas residuales.</i></p> <p><i>Este proceso es el que será utilizado para ejemplificar como es aplicado el MRP a la industria química.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>◆ El producto es obtenido en forma continua a lo largo del tiempo.</li><li>◆ El equipo está diseñado para la producción de un sólo producto.</li><li>◆ El proceso está diseñado para minimizar el contacto directo de materiales.</li><li>◆ Son mínimos los posibles cambios para la mejora del producto. Cualquier modificación en el proceso son muy costosos.</li> <li>◆ La planta siempre estará en funcionamiento. Solamente se parará el proceso cuando se tenga que realizar una modificación o se le tenga que dar algún mantenimiento.</li><li>◆ La planeación y el control de inventarios es realizada por la velocidad del flujo. La disponibilidad continua de materiales y de partes es fundamental, para que no haya necesidad de parar el proceso, por la existencia de materiales.</li><li>◆ La capacidad es la misma en cada uno de los centros de trabajo, es decir, tendrá que existir un equilibrio entre la cantidad de materias primas que entra al proceso y la cantidad que sale como producto terminado.</li><li>◆ La velocidad del flujo no puede ser cambiada a menos que exista una modificación en el equipo.</li></ul>	<p><i>Ejemplos: La industria farmacéutica, la fabricación de bebidas, la industria de los automóviles, etc.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>◆ Pueden existir paros en la producción entre un producto y otro.</li><li>◆ El equipo está diseñado para que por una misma instalación sean fabricados dos o más productos.</li><li>◆ La coordinación de la producción debe hacerse detalladamente entre una orden y otra.</li><li>◆ Realizan tiempos de preparación en el equipo entre uno y otro lote de producción, es decir se ajusta para disponer de las condiciones necesarias para la producción.</li><li>◆ Se programará la producción para un control al máximo de los posibles cuellos de botella.</li> <li>◆ La planeación y el control de inventarios se realizará en base a las necesidades solicitadas por el cliente.</li> <li>◆ La capacidad de cada equipo varía notablemente, es por eso que se tiene que balancear la carga de trabajo en cada uno de los centros de trabajo de acuerdo a las órdenes de producción planeadas.</li></ul>

**Capítulo 8.** *Aplicación del MRP a la Industria Química.*

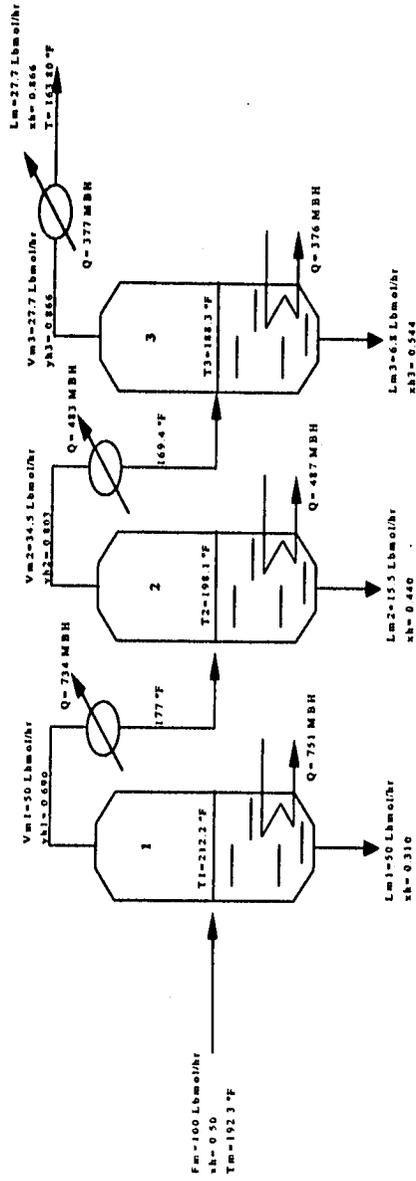
---

En base a todas las bases asimiladas, el lector será capaz de entender el ejemplo siguiente, donde se menciona los pasos que se siguen para una aplicación del MRP en la industria química.

## EJEMPLO SOBRE EL DESARROLLO DEL MRP APLICADO A LA INDUSTRIA QUIMICA <sup>1</sup>

GRAFICA 8.1

CONDICIONES DE OPERACION PARA LA PURIFICACION DE HEXANO A PARTIR DE UNA MEZCLA DE OCTANO-HEXANO UTILIZANDO UN PROCESO FLASH



*Nota: En base a este diagrama se realizará la planeación de la producción.*

<sup>1</sup> E. J. Henley: Operaciones de Separación por Etapas de Equilibrio en Ingeniería Química, Editorial REPLA 1990, p. 317

***Algunas condiciones de operación para la aplicación del MRP aplicado a un ejemplo de la Industria Química.\****

- ◆ *Si producción es realizada contra inventario (generación de pronósticos).*
- ◆ *El proceso de producción es continuo.*
- ◆ *Para fines prácticos, se consideró que la planta de proceso flash trabaja los 365 días del año aunque se sabe que la planeación de la producción siempre se hace tomando en cuenta el calendario de producción.*
- ◆ *La etapas de la planeación solamente se harán tomando como referencia el producto principal (mezcla hexano-octano, con una fracción molar del 0.866 de hexano. No incluye los productos secundarios.*
- ◆ *No existen tiempos de preparación en los diferentes centros de trabajo que forman el proceso, esto es debido a que el proceso es continuo y esto solamente se hace en un proceso por lotes, donde por un mismo equipo pasan varios productos.*
- ◆ *La capacidad de la planta esta definida automáticamente de acuerdo a las condiciones de operación de la gráfica 8.1 para producir 7,120 barriles de la mezcla hexano-octano con un 86.6 % molar de hexano y donde los cálculos serán realizados más adelante.*
- ◆ *El proceso reduce el contacto directo de los materiales debido a que los materiales llegan continuamente a la planta, es por eso que debe existir un acuerdo entre el personal administrativo de la planta y el proveedor para que siempre se esté surtiendo el material y no exista la posibilidad de parar el proceso por falta de material.*

---

\* Ver condiciones de operación de la gráfica 8.1.

**Datos utilizados para la realización de los cálculos (producto principal).**

En la tabla 8.2 se muestran las condiciones de operación para la producción de la mezcla hexano-octano, con una pureza de hexano del 86.6 % molar de acuerdo a la gráfica 8.1.

**TABLA 8.2: Datos para la realización de los cálculos. (producto principal)**

PROD. PRINCIPAL	COMP.	FRACC. MOLAR	DENSIDAD	DENSIDAD	PESO MOLEC. PROMEDIO	CANTIDAD lb-mol/hr	CANTIDAD Kg/día	CANTIDAD barriles/mes
			Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>				
Mezcla:	Hexano	0.866	0.728	86	89.752	27.7	27,088.80	7,120
		0.134		114				

Los cálculos son realizados en base a la gráfica 8.1 donde aparecen las condiciones de operación.

**Cálculos (etapa 3):**

- $\text{Peso Molecular Promedio} = [0.866](86) + [0.134](114) = 89.752$
- $\text{Densidad Molar Promedio (gr-mol/cm}^3) = [0.71](1/86)[0.866] + [0.721](1/114)[0.134] = 0.008112 \text{ gr-mol/cm}^3$
- $\text{Densidad Promedio (Kg/cm}^3) = [0.008112 \text{ gr-mol/cm}^3][89.752 \text{ gr/gr-mol}] = 0.728 \text{ gr/cm}^3 = 0.728 \text{ Kg/l}$
- $\text{Cantidad Producida (Kg/día)} = [27.7 \text{ lb-mol/hr}][89.752 \text{ lb/lb-mol}][0.454 \text{ Kg/lb}] [24 \text{ hr/día}] = 27,088.8 \text{ Kg/día}$
- $\text{Cantidad Promedio Producida (Kg/mes)} = [27,088.8 \text{ Kg/día}][365 \text{ días/año}][1 \text{ año}/12 \text{ meses}] = 823,926.66 \text{ Kg/mes}$
- $\text{Volumen producido ( ft}^3/\text{mes)} = [823,926.66 \text{ Kg/mes}][1 \text{ ft}^3/0.728 \text{ Kg}] = 1,131,767 \text{ ft}^3/\text{mes}$
- **Factor de conversión(1 barril = 159 ft<sup>3</sup>)**
- $\text{Equivalencia en Barriles} = [1,131,767 \text{ ft}^3/\text{mes}]/[1 \text{ Barril}/159 \text{ ft}^3] = 7,120 \text{ barriles/mes (CAPACIDAD DE PLANTA).}$

<sup>2</sup> D.B. Summers, Manual de Química; Editorial Iberoamericana, p.69

<sup>3</sup> Petróleos Mexicanos; Memoria de Labores 1992, p. xv

**Capítulo 8.** Aplicación del MRP a la Industria Química.

Se debe tomar en cuenta que de acuerdo a las condiciones de operación de la gráfica 8.1 es recomendable expresar las unidades obtenidas de producto principal en una expresión en la que el lector la pueda entender fácilmente, es por eso que se hizo la conversión de expresar las unidades de producto en Barriles, llegando a la conclusión de que la capacidad de la planta es producir 7,120 barriles/mes aproximadamente de producto principal (mezcla hexano-octano con el 86.6 % de hexano ).

**Pronóstico de Ventas.**

Usando algunas de las técnicas para la generación de pronósticos\* y las condiciones de operación de la gráfica 8.1 ya mencionadas con anterioridad, se podrá realizar el cálculo del pronóstico de ventas para la producción de la mezcla principal hexano-octano con una pureza del 86.6 % molar de hexano. La tabla 8.3 fue realizada en una hoja de cálculo (Excel) y el procedimiento de cada una de las técnicas para el cálculo del pronóstico se mencionaron en el capítulo 2.

**TABLA 8.3:** Selección del pronóstico adecuado para la producción de hexano con una pureza del 86.6 % molar a partir de una mezcla de hexano-octano.

PERIODO	MES	DEMANDA REAL	PROMEDIO MOVIL		PROM. MOVILES POND.		APROXIMACION POR MINIMOS CUADRADOS				
			PROMEDIO MOVIL (barriles)	ERROR AL CUADRADO	PROMEDIO POND. (barriles)	ERROR AL CUADRADO	FACT. ESTAC.	DATOS DESEST.	TENDENCIA Y=7049.83+1.025X UTILIZANDO EXCEL	PRONOSTICO (barriles)	ERROR AL CUADRADO
1	ENE	7,100					0.9864	7,198	7,070	7,360	15.894
2	FEB	7,200					1.0409	6,917	7,071	7,360	25,710
3	MAR	7,000					1.0036	6,975	7,072	7,098	9,535
4	ABR	6,800	7,100	90,000	7,075	75,625	1.0432	6,518	7,073	7,379	335,012
5	MAY	7,400	7,000	160,000	6,913	237,656	1.0746	6,886	7,074	7,602	40,817
6	JUN	7,500	7,087	187,778	7,163	113,906	0.9116	8,227	7,075	6,450	1,102,748
7	JUL	7,200	7,235	1,111	7,381	32,852	1.0075	7,147	7,076	7,129	5,012
8	AGO	7,560	7,367	37,378	7,319	58,202	1.0591	7,138	7,077	7,496	4,158
9	SEP	7,000	7,420	176,400	7,440	193,600	0.9795	7,147	7,078	6,933	4,458
10	OCT	6,800	7,253	205,511	7,200	160,000	0.9520	7,143	7,080	6,740	3,592

\* Ver Cap. 2; Pronóstico de Ventas.

**Capítulo 8.** Aplicación del MRP a la Industria Química.

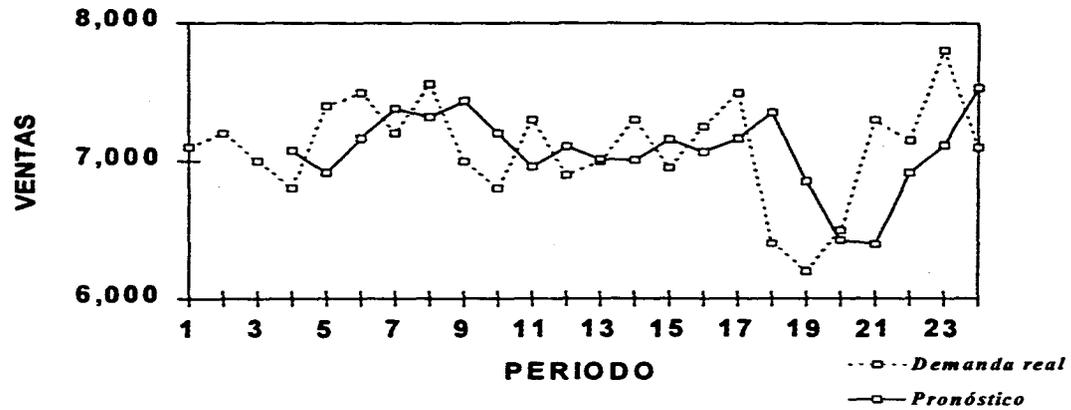
11	NOV	7,300	7,120	32,400	6,958	117,306	7,180	1.0167	7,180	7,081	7,199	10,213
12	DIC	6,900	7,033	17,778	7,106	42,539	7,188	0.9599	7,188	7,082	6,798	10,486
13	ENE	7,000	7,000	0	7,013	156	7,097	0.9864	7,097	7,083	6,986	190
14	FEB	7,300	7,067	54,444	7,006	86,289	7,013	1.0409	7,013	7,084	7,373	5,373
15	MAR	6,950	7,067	13,611	7,156	42,539	6,925	1.0036	6,925	7,085	7,110	25,724
16	ABR	7,250	7,083	27,778	7,066	33,994	6,950	1.0432	6,950	7,086	7,392	20,086
17	MAY	7,500	7,167	111,111	7,163	113,906	6,979	1.0746	6,979	7,087	7,616	13,407
18	JUN	6,400	7,233	694,444	7,353	908,447	7,021	0.9116	7,021	7,088	6,461	3,745
19	JUL	6,200	7,050	722,500	6,850	422,500		1.0075	6,154	7,089	7,142	887,714
20	AGO	6,500	6,700	40,000	6,425	5,625		1.0591	6,137	7,090	7,509	1,018,269
21	SEP	7,300	6,367	871,111	6,394	821,289		0.9795	7,453	7,091	6,946	125,490
22	OCT	7,150	6,667	233,611	6,913	56,406		0.9520	7,511	7,092	6,752	158,603
23	NOV	7,800	6,983	666,944	7,116	468,369		1.0167	7,672	7,093	7,212	346,117
24	DIC	7,100	7,417	100,278	7,534	188,682		0.9599	7,397	7,094	6,810	84,218
25	ENE							0.9864		7,095	6,999	
26	FEB							1.0409		7,096	7,387	
27	MAR							1.0036		7,097	7,123	
28	ABR							1.0432		7,098	7,405	
29	MAY							1.0746		7,100	7,629	
30	JUN							0.9116		7,101	6,473	
31	JUL							1.0075		7,102	7,155	
32	AGO							1.0591		7,103	7,522	
33	SEP							0.9595		7,104	6,816	
34	OCT							0.9520		7,105	6,764	
35	NOV							1.0167		7,106	7,225	
36	DIC							0.9599		7,107	6,822	
				<b>4,444,188</b>		<b>4,179,889</b>						<b>4,256,571</b>

**Nota:** De los métodos utilizados anteriormente para el cálculo del pronóstico de ventas se deduce de acuerdo el error obtenido para cada uno de ellos que el **método de los promedios móviles ponderados** (los factores de ponderación se escogieron aleatoriamente y estos fueron 2,5,9) es el más adecuado ya que el error que se obtiene es menor

En la gráfica 8.2 se representa el comportamiento entre la demanda real y el pronóstico.

GRAFICA 8.2

### PRONOSTICO DE VENTAS



**Plan Maestro de Producción (MPS).**

El plan maestro de producción (MPS)\* para la fabricación de una mezcla de hexano-octano con una pureza del 86.6 % molar de hexano, es calculado una vez que el departamento de ventas ha validado el pronóstico sobre las cantidades que se piensan vender en un futuro de acuerdo al comportamiento del histórico de datos mostrados en la tabla 8.3 así como también, la planeación de la producción es soportado en el inventario existente y para este caso el nivel de inventario que había inicialmente era de **6,000 barriles** de mezcla de hexano, aunque es indispensable que se tomen algunos criterios sobre el nivel de inventario mínimo o también llamado inventario de seguridad para poder abastecer los posibles errores generados por el pronóstico. En la tabla 8.4 es mostrado el cálculo del MPS.

**TABLA 8.4: Generación del plan maestro de producción (MPS).**

PERIODO	MES	PRONOSTIC O (barriles)	PRODUCCION MPS (barriles)	INVENTARIO DISPONIBLE (barriles)	CAPACIDAD (horas)
1	ENE				
2	FEB				
3	MAR			6000	
4	ABR	7075	7120	6045	730
5	MAY	6913	7120	6252	730
6	JUN	7163	7120	6209	730
7	JUL	7381	7120	5948	730
8	AGO	7319	7120	5749	730
9	SEP	7440	7120	5429	730
10	OCT	7200	7120	5349	730
11	NOV	6958	7120	5511	730
12	DIC	7106	7120	5525	730
13	ENE	7013	7120	5632	730
14	FEB	7006	7120	5746	730
15	MAR	7156	7120	5710	730
16	ABR	7066	7120	5764	730

\* Ver Cap. 4, Plan Maestro de Producción.

**Capítulo 8. Aplicación del MRP a la Industria Química.**

17	MAY	7163	7120	5721	730
18	JUN	7353	7120	5488	730
19	JUL	6850	7120	5758	730
20	AGO	6425	7120	6453	730
21	SEP	6394	7120	7179	730
22	OCT	6913	7120	7386	730
23	NOV	7116	7120	7390	730
24	DIC	7534	7120	6976	730
<b>TOTALES</b>			<b>149,520</b>		<b>15,330</b>
<b>TOTALES/AÑO</b>			<b>85,440</b>		<b>8,760</b>

Tomando como referencia la ecuación 4.1 puede calcularse el inventario disponible el cual aparece en la tabla 8.4. La ecuación 4.1 es la siguiente:

$$\text{Balance final} = \text{Cantidad disponible en inventario} - \text{Pronóstico} + \text{Producción MPS}$$

**Planeación de los Requerimientos de la Planta (CRP).**

En la tabla 8.4 se observa que para producir 7,120 barriles se necesitan 1 mes. Entonces considerando que la planta trabaja los 365 días del año se podrá calcular la capacidad disponible de la planta\* de la siguiente manera:

Capacidad disponible (horas)

- Capacidad disponible (horas) = (1 mes) [1 año/12 meses] [365 días/1 año] [24 horas/día] = 730 horas. (esté dato es el que aparece en la tabla 8.4).

\* Ver Cap. 6: Planeación de los Requerimientos de la Capacidad.

**Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP).\***

**TABLA 8.5: Cantidad de materia prima principal (mezcla hexano-octano con un 50 % molar de hexano) en la alimentación del proceso.**

MATERIA PRIMA PRINCIPAL	COMP.	FRACC. MOLAR	DENSIDAD Kg/lt	DENSIDAD PROMEDIO Kg/lt.	PESO MOLEC.	PESO MOLEC. PROMEDIO	CANTIDAD ALIM. lb-mol/hr	CANTIDAD ALIM. Kg/día	CANTIDAD ALIM. Kg/mes	CANTIDAD ALIM. litros/hr
Mezcla: (alimentación)				0.7305		100	100	108,960	3,314,200	6,215
	Hexano	0.5	0.710		86					
	Octano	0.5	0.721		114					

**Cálculos (etapa 1):**

- Peso Molecular Promedio =  $(0.50)(86) + (0.50)(114) = 100$
- Densidad Molar Promedio (gr-mol/cm<sup>3</sup>) =  $(0.71)(1/86)(0.50) + (0.721)(1/114)(0.50) = 0.007305$  gr-mol/cm<sup>3</sup>
- Densidad Promedio (Kg/cm<sup>3</sup>) =  $(0.007305 \text{ gr-mol/cm}^3)(100 \text{ gr/gr-mol}) = 0.7305$  gr/cm<sup>3</sup> = 0.7305 Kg/Lt
- Cantidad Producida (Kg/día) =  $(100 \text{ lbmol/hr})(100 \text{ lb/lbmol})(0.454 \text{ Kg/lb}) [24 \text{ hr/día}] = 108,960$  Kg/día
- Cantidad Promedio Producida (Kg/mes) =  $(108,960 \text{ Kg/día})(365 \text{ días/año})(1 \text{ año}/12 \text{ meses}) = 3,314,200$  Kg/mes
- Volumen producido (lt/mes) =  $(3,314,200 \text{ Kg/mes})(1 \text{ lt}/0.7305 \text{ Kg}) = 4,536,893$  lt/mes = 6,215 lt/hr

**Nota:** Aquí fue preferible mencionar cuantos litros son alimentados inicialmente en lugar de calcular cuantos barriles se alimentaron tomando en cuenta que las materias primas fueron alimentadas por una tubería. Para el caso del producto principal (mezcla hexano-octano con una pureza del 86.6 % de hexano) fue preferible hablar de barriles de acuerdo a son las unidades en las que se venderá el producto.

\* Ver Cap. 5, Planeación de los Requerimientos de la Capacidad.

**TABLA 8.6 : Materias primas secundarias.**

<b>MATERIAS PRIMAS SECUNDARIAS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA/MES</b>
Barriles vacíos	BARRILES	7,120
Combustible 3	BTU	376000
Refrigerante 3	BTU	377000
Combustible 2	BTU	487000
Refrigerante 2	BTU	483000
Combustible 1	BTU	751000
Refrigerante 1	BTU	734000

**Nota:** Estos materiales deben ser alimentados continuamente al equipo para la producción de la mezcla hexano-octano con una pureza del 86.6 % de hexano y las condiciones de operación y las condiciones de operación deben ser las que se especifican en el diagrama 8.1.

Para un proceso continuo el control se la programación de la producción está definido automáticamente por las condiciones del proceso ya que como se había mencionado antes el equipo esta diseñado para la fabricación de un producto con determinadas características. En cambio en un proceso por lotes deberá de existir una coordinación con las diferentes áreas del proceso.

Esté es un ejemplo sencillo, el lector será capaz de tener la visión para desarrollar nuevas estrategias para mejorar tanto las tareas administrativas y productivas de cualquier empresa. En cambio existen proceso tan complejos donde para obtener las materias primas de tendrán que definir varios parámetros, políticas y una toma de decisiones impresionante para establecer las condiciones de operación del procesa.

Es así como de una manera fácil de entender se le ha mostrado al estudiante la importancia que es un sistema de planeación en una empresa para el desarrollo de las tareas administrativas y productivas de cualquier empresa.

## GLOSARIO GENERAL

---

### ***Artículo.***

Es considerada como cualquier producto, parte intermedia, subensamble o alguna parte comprada o fabricada.

### ***Balance Disponible.***

Cantidad de cualquier artículo que se encuentra en el registro de inventarios.

### ***Calendario de Producción.***

Es utilizada en las funciones de planeación de inventario y de producción, en el que aparecen solamente los días en los que laborará la planta de producción.

### ***Cantidad de Lote Estándar.***

Cantidad referida a la producción planeada de un artículo o familia de artículos.

### ***Cantidad de Orden Económico.***

Tipo de cantidad de pedido fija que determina la cantidad de un artículo que se debe comprar o producir en un momento dado. La idea es minimizar los costos hasta un máximo.

### ***Carga de Máquina.***

Es cuando existe una acumulación de tiempo horas de acuerdo a la programación de las diversas operaciones de la estación de trabajo. La máquina o grupo de máquinas para las pedidas expedidas por período; es decir, cuando una

operación de proceso no termina en el momento indicado para que pueda dar inicio la siguiente operación.

***Carga Planeada.***

Horas estándar de trabajo requeridas por las órdenes de producción recomendadas por la planeación de los requerimientos de materiales MRP.

***Centro de Trabajo.***

Instalación específica para la producción, que consiste en una o más personas y/o máquinas, la cual se considera como una unidad con fines de planeación de los requerimientos de capacidad y de programación detallada. La mayor parte de los centros de trabajo se encuentran localizados en el área de producción.

***Centro de Trabajo Cuellos de Botella.***

Los cuellos de botella, son aquellos centros de trabajo en donde existen varias operaciones de diferentes lotes de producción y es indispensable que termine una de las operaciones de una orden de producción para continuar con la siguiente orden de producción.

***Clasificación ABC.***

Es uno de los criterios de mayor utilidad para la clasificación de la diversidad de productos de acuerdo a su importancia. Este arreglo generalmente se divide en 3 clases, A, B y C. La clase A incluye los artículos de mayor valor anual y reciben la mayor atención. El siguiente grupo lo constituye la clase B, y el cual reciben menos atención y la clase C.

***Control de Capacidad.***

Proceso de medición de los resultados de la producción y su comparación con el plan de requerimientos de capacidad, para determinar si la variación excede los límites preestablecidos, y tomar medidas drásticas si la desviación sufrida es demasiado alta.

***Control de Inventarios.***

Actividades y técnicas realizadas para mantener el inventario de ciertos artículos en los niveles deseados, ya sea materia prima, producta en proceso (semiterminada) o producta terminado.

***Control de Producción.***

Función de dirigir o regular el movimiento de artículos a través del ciclo completo de producción desde la requisición de materias primas, hasta el envío de productos terminados.

***Demanda.***

Necesidad de un producto a un determinado componente, ya sea existe demanda por el cliente a por proveedor.

***Distribución de Producto.***

Actividades asociadas con el movimiento de materiales del fabricante al consumidor, por la general de productos terminadas. Estas actividades comprenden las funciones de transportación, almacenaje, control de inventarios, manejo de materiales, entre otras.

***Duración de la Operación de Proceso.***

Tiempo total que transcurre entre el principio de la preparación de una operación y la terminación de la misma.

***Eficiencia.***

Es considerada como el cociente entre el tiempo planeada y el tiempo real trabajada. La eficiencia es una medida de que tanta se logran las estándares predeterminadas. La eficiencia para un período de tiempo dado se puede dar para una máquina, un empleado, un grupo de máquinas, un departamento, etc.

***Eficiencia de Operación de Proceso.***

Razón de la producción real de una pieza de equipo, departamento o planta, en comparación con la producción planeada o estándar.

***Estructura de Material de Nivel Sencillo.***

Detalle de aquellos componentes utilizados directamente de una familia de artículos. Sólo muestra la relación entre un nivel y el inmediato superior.

***Estructura de Material de Niveles Múltiples.***

Exhibición de todos los componente utilizados, de manera directa a indirecta, en una familia de productos, junto con la cantidad requerida de cada componente. Si un componente es un subensamble, una mezcla, un intermedio, etc. se mostrarán todos su componentes hacia abajo de las partes y materiales comprados.

***Explosión de Requerimientos.***

Proceso de calcular la demanda de los componentes de un artículo de una familia de productos, multiplicando los requerimientos del artículo por la cantidad especificada de utilización de los componentes, en la estructura de materiales.

***Fecha de Inicio.***

Fecha en la que se deben expedir dentro de la planta una orden de producción o un programa en base a la planeación realizada. La fecha de inicio debe ser oportuna con el fin de permitir que haya tiempo para poder terminar el trabajo, el cual permitirá que inicie dar opción a que inicie la siguiente operación en un centro de trabajo permitiendo que no existan sobrecargas de tiempo.

***Fecha de Inicio de Operaciones de Proceso.***

Fecha en la que se debe iniciar una operación de proceso con el fin de que satisfaga su operación y la fecha de vencimiento del pedido. Por lo general una ruta de procesa puede estar formada por una o varias operaciones de proceso. La suma

del tiempo parcial formado por cada una de las operaciones de proceso forma el tiempo total para la formación del producto.

***Fecha de Vencimiento.***

Fecha en la que los productos comprados o fabricados deben estar disponibles para su uso.

***Fecha Requerida.***

Fecha cuando se requiere un artículo para su uso que se pretende. En un sistema MRP, esta explosión se calcula por una explosión de la estructura de materiales de un programa y la conciliación del inventario disponible contra ese requerimiento, es decir, se registra cuanto material se tiene en inventario y en base a esto se toma la decisión de realizar una compra o la fabricación de un artículo.

***Hoja de Materiales (BOM).***

Es un listado donde aparecen todos los componentes utilizados para la fabricación de un artículo. Estos componentes pueden ser: subensambles, productos intermedios, partes y materias primas que constituyen un ensamble principal, el cual muestra la cantidad necesaria para hacer un ensamble.

***Horizonte de Planeación.***

Indica el tiempo de planeación más largo para la producción de un artículo. Durante este tiempo el planeador tendrá la flexibilidad de realizar los cambios pertinentes para la fabricación de un artículo.

***Inventario.***

Artículos que se hayan en un almacén o en producción para mantener niveles adecuados de artículos a un costo mínimo pudiendo así satisfacer las necesidades tanto del cliente como del área de producción cuando así se requiera.

***Inventario de Seguridad.***

En general, una cantidad de inventario planeada para que esté disponible contra posibles fluctuaciones en la demanda y/o suministro.

***Línea de Producción.***

Cundo la fabricación de productos se desea realizar en serie de una familia de productos (productos iguales o similares).

***Lista de Envío.***

Indica las órdenes de producción enviadas a la planta manufacturera para su fabricación por orden de prioridades. Esta lista contiene información detallada sobre cantidades, tamaños de lote, fechas de inicio y terminación de la producción por operación en cada uno de los centros de trabajo.

***Lote de Producción.***

Indica la cantidad de producto a fabricarse de acuerdo a la capacidad de la planta y sobre todo a un costo óptimo. En producción se mantiene una estricta supervisión para que no exista mezcla de lotes de producción.

***Materia Prima.***

Artículos comprados o materiales extraídos que se transforman mediante un proceso de producción y que pueden sufrir cambios físicos o químicos obteniendo así productos semiterminados o producto terminado.

***Merma.***

Indica la pérdida de material existente durante la etapa de producción, es decir, cuando la cantidad de producto al finalizar la etapa de producción no es la que se esperaba realmente, a esto se le conoce como merma.

***Nivel.***

Es cada parte o ensamble en una estructura de producto a la cual se asigna un número de codificación que significa el nivel relativo en el cual se utiliza esa parte o ensamble dentro de la estructura del producto. Normalmente los productos recibe la asignación de nivel " 0 " y los componentes o subensambles dentro de ellos reciben la asignación de nivel " 1 ". El proceso de explosión de materiales comienza con el nivel " 0 " y prosigue hacia abajo.

***Nivelación de la Carga de Trabajo.***

Distribución de las órdenes de producción en el tiempo preciso para cada una de las operaciones que forman la ruta de proceso de modo que la cantidad de trabajo a realizar pueda ser distribuida uniformemente y de una manera factible, logrando así que no existan sobrecargas en los centros de trabajo.

***Nivel de Servicio.***

Esta enfocada a la cantidad de pedidos realizadas por el cliente en base al inventario disponible para satisfacer sus necesidades. El nivel de servicio, cuando se trata de un mismo producto se puede realizar en base a las unidades entregadas y cuando se trata de varios productos es preferentemente expresario en cantidad monetaria.

***Número de Artículo o Código.***

Número que sirve únicamente para indicar a un artículo.

***Número de Lote.***

Identificación única, asignada a una cantidad homogénea de material (materia prima, material en proceso o producto terminado).

***Orden Abierta.***

Orden de producción liberada o una orden de compra, es decir, es cuando un cliente solicita un pedido y el producto todavía no se surte.

***Orden de Compra Abierta.***

Es el compromiso que se tiene con un proveedor de entregar cierta cantidad a la empresa en una fecha planeada.

***Orden de Producción.***

Indica la cantidad a fabricarse en el área de producción. Se pueden fabricar productos para mantener el inventario en los niveles deseados y o un costo óptimo, fabricar en base a los pedidos realizados por el cliente. Entre las características más importantes que aparecen en una orden de producción aparece la descripción del artículo, no. de artículo, no. de lote, fecha de inicio y terminación de la orden, fecha de inicio y terminación por operación de proceso, tiempo utilizado en cada operación.

***Orden Planeada.***

Las órdenes planeadas son generadas durante las etapa del MPS para cubrir los requerimientos del pronóstico.

***Orden Planeada en Firme.***

Indica una orden planeada que se puede congelar en cantidad y en tiempo; es decir cuando puede existir el caso de que un cliente le urge un producto, entonces se tiene que congelar la orden para comenzarse a producir en una fecha planeada y entregarse en la fecha prometida. Cuando una orden planeada ha rebazado su horizonte de planeación (tiempo más largo para la terminación del producto), entonces pasa a ser una orden en firme.

***Pedidos Pendientes.***

Todos los pedidos de los clientes que han sido recibidos pero que aún no han sido embarcados o también son llamados pedidos abiertos.

***Plan de Producción.***

Plan acordado que proviene de las funciones de planeación de ventas y de las operaciones de producción, específicamente el nivel general de resultados de fabricación que se planea producir. Generalmente se manifiesta como un nivel mensual para cada familia de productos. El plan de producción es la autorización del administrador para que el programador maestro lo convierta en un plan más detallado; esto es, que de plan de producción pase a un plan maestro de producción.

***Planeación de Capacidad Aproximada.***

Es el proceso de convertir el plan de producción y/o plan maestro de producción en necesidades de capacidad para los recursos clave; es decir, el planeador realizará los balances en carga de trabajo (horas) , para cumplir con la producción de acuerdo a los requerimientos generados en el pronóstico de ventas.

***Planeación de los Recursos de Manufactura (MRP II).***

Es el método para la planeación de todos los recursos de una compañía productora. Está compuesto de una variedad de funciones, cada una enlazada con la otra: planeación comercial, planeación de ventas, planeación de la producción, programación maestra de la producción, planeación de los requerimientos de los materiales, planeación de los requerimientos de la capacidad. La producción debe integrar informes financiero, tales como el plan comercial, el informe sobre compromisos de compras, presupuestos de embarques , la proyección del inventario, etc.

***Planeación de los Requerimientos de la Capacidad (CRP).***

Es la función de establecer que tanto trabajo y recursos de maquinaria se requieren para efectuar las actividades de producción. Las órdenes planeadas en el sistema de planeación de los requerimientos de materiales (MRP) a la planeación de los requerimientos de la capacidad son traducidas en horas de trabajo por centro de trabajo por período de tiempo (1 semana, 1 mes, 1 año, etc.).

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

Es un conjunto de técnicas, que utilizan la estructura del producto, los datos del inventario y el programa maestro de producción para calcular los requerimientos de materiales. Al haber creado un pronóstico y un plan maestro de producción el planeador tendrá la flexibilidad de realizar una buena explosión de materiales con el propósito de tenerlos en el momento adecuado para el inicio de la producción.

***Planeación de Ventas y Producción.***

Es la función de establecer el nivel general de los resultados de producción (plan de producción) y de otras actividades para satisfacer los niveles actuales de ventas planeadas (pronóstico de ventas), mientras se satisfagan los objetivos generales comerciales referentes a la productividad, tiempos competitivos de entrega al cliente, etc., como se han expresado en el plan empresarial general. Uno de sus propósitos primarios es el establecimiento de niveles de producción que permitan alcanzar los objetivos de la administración y de mantener, incrementar o disminuir inventarios o pedidos pendientes de surtir tratando de mantener una fuerza de trabajo relativamente estable. El horizonte de planeación debe ser lo suficientemente largo para permitir planear el trabajo, el equipo las instalaciones y las finanzas requeridas para realizar el plan de producción. Como este plan afecta varias funciones de la compañía, normalmente se prepara con información de mercadotecnia, producción, ingeniería, finanzas, materiales, etc.

***Planeador de Materiales.***

Es la persona que normalmente es la responsable de administrar el nivel de inventarios, y la disponibilidad de los artículos seleccionados, ya sea para su fabricación o su compra. En un sistema de MRP (Planeación de los Requerimientos de Materiales), es la persona responsable de revisar y actuar sobre la expedición de pedidos, las acciones y los mensajes de expedición del sistema. El hablar de sistemas, se está haciendo referencia al uso de herramientas computacionales; realizando así su agilización.

***Preparación del Equipo.***

Es el tiempo que el operador utiliza para la modificación de las condiciones del equipo (limpieza del equipo, temperatura, presión, corriente, etc. ).

***Programa Maestro de la Producción (MPS).***

Programa construido con anticipación para los artículos ( producto terminado ) asignados al programador maestro. El programador maestro lleva este programa y, a su vez, lo convierte en un conjunto de cantidades el cual " genera " la planeación de los requerimientos de materiales (MRP). Representa lo que la compañía planea producir expresado en cantidades y fechas específicas. Sin embargo el programa maestro de la producción (MPS) debe tomar en cuenta el requerimiento de venta planeado (pronóstico de ventas), pedidos atrasados, disponibilidad de material, disponibilidad de la capacidad, así como políticas y metas de administración.

***Programador Maestro.***

Es la persona que administra el programa maestro de la producción. La persona debe tener un buen conocimiento de los artículos como de la planta productora.

***Pronóstico de Ventas.***

Es la estimación de los requerimientos de venta en un futuro para abastecer la demanda que sufrirá el mercado. Puede realizarse una proyección en el futuro utilizando medios matemáticos y basándose en datos históricos.

***Recepción de Ordenes.***

Proceso de aceptar y traducir lo que desea un cliente en términos usados por el cliente o el distribuidor. Son el tipo de órdenes que se generan contra pedido.

***Recepción Planeada.***

Recepción de una orden de compra o producción planeadas ( abiertas ).

***Recepción Programada.***

Dentro de la planeación de los requerimientos de materiales (MRP), las órdenes de producción abiertas y las órdenes de compra abiertas son consideradas como "recepciones programadas". En su fecha de vencimiento deben ser adicionadas al inventario existente.

***Ruta de Proceso.***

Conjunto de información para detallar el método de producción de un artículo en particular. Incluye las operaciones que se deben realizar, su secuencia, los centros de trabajo por la cual pasarán los materiales, y los estándares de tiempo para el inicio de la producción.

***Secuencia de Operaciones.***

Son la etapas que se siguen en línea para la fabricación de un artículo. Por ejemplo: Operación 1: Pesar material, Operación 2: mezclar material, Operación 3: Calentar mezcla, Operación 4: Pasar material a un evaporador, Operación 5: Pasar material a una tableteadora, etc.

***Sobrecarga de Trabajo.***

Condición cuando las horas totales en un centro de trabajo exceden la capacidad del mismo.

***Tamaño de Lote.***

Cantidad de un artículo particular obtenido mediante decisiones tomadas por las áreas administrativas y productivas basadas en la capacidad del equipo que se tenga con el propósito de obtener un costo muy económico. El tamaño de lote puede estar referido para producto terminado o para materia prima (artículos pedidos a clientes).

***Tiempo de Espera de Producción.***

Es el tiempo que una orden de producción permanece en un centro de trabajo después de que se ha terminado una operación, hasta que se mueve a una a la siguiente operación.

***Tiempo de Holgura.***

Es la diferencia en tiempo de calendario de producción entre la fecha de vencimiento programada y la fecha de terminación estimada. Si un trabajo se va a terminar con anticipación a la fecha planeada entonces se dice que se tiene un tiempo de holgura. El planeador siempre buscará la manera de obtener en cada operación del proceso un tiempo de holgura óptimo (igual o mínimo).

***Tiempo de Obtención de Producción.***

Tiempo total requerido para la fabricación de un artículo, excluyendo el nivel más bajo en la estructura total del producto el cual indica la compra de materiales. Son incluidos aquí el tiempo de preparación de la orden de producción, el tiempo de espera de producción, tiempo de preparación, el tiempo de producción, el tiempo de traslados, la inspección por medio del departamento de control de calidad y el tiempo de almacenaje.

***Tiempo de Entrega.***

Es el tiempo desde la recepción del pedido del cliente hasta el envío del producto.

***Tiempo de Entrega del Proveedor.***

Tiempo que normalmente transcurre de el momento en que una orden es recibida por el proveedor y es embarcado el material.

***Tiempo Máquina.***

Tiempo empleada por una máquina para la fabricación de artículos. En la producción es conveniente hacer un análisis durante cada operación de las tiempos utilizadas.

***Tiempo de Preparación.***

Tiempo requerida para cambiar a una máquina las condiciones de operación (presión, temperatura, corriente), limpieza de equipo para poder producir un artículo de un lote de producción diferente.

***Tiempo de Proceso.***

Tiempo durante el cual son transformadas las materiales en una máquina o en un ensamble manual.

***Tiempo Planeado de Producción.***

Tiempo estándar planeada para producir una o múltiples unidades de un artículo en una operación (cada operación esta ligada a un centro de trabajo). El tiempo real utilizada para producir una pieza puede variar del estándar. El planeador considerará dichas desviaciones con el propósito de tener un comportamiento más real.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

Tener siempre las bases y los criterios en la toma de decisiones es aplicable no sólo en el trabajo sino en cualquier actividad que se deba realizar.

La **Planeación** no sólo es aplicable a las empresas manufactureras sino en cualquier tipo de empresa por muy grande o pequeña que sea y los resultados tan buenos que pueden esperarse de ella.

La idea del tema fue proporcionar al usuario interesado en mencionar algunas de las bases y los criterios para el desarrollo de la producción, el ambiente de los negocios, y la toma de decisiones de las actividades que deban llevarse a cabo en una empresa.

Fue importante la realización de un sistema de planeación efectiva como en este caso el desarrollo de la **Planeación de los Recursos de Manufactura (MRP II)**, cuyo sistema no solamente apoya a las áreas de producción sino también a las áreas administrativas y financieras de la empresa.

MRP II es un sistema de planeación completo y de gran ayuda en el ambiente de la manufactura, donde en su momento las estrategias de producción pueden ser muy complicadas.

Durante el desarrollo del tema se mostró la diferencia existente entre lo que anteriormente fue el MRP (planeación de los requerimientos de materiales) y lo que actualmente se le conoce como MRP II (planeación de los recursos de manufactura). La diferencia existente entre MRP y MRP II; es que el MRP sólo está enfocado a la planeación de los materiales y el MRP II no solamente apoya a las áreas de producción sino también a las áreas administrativas y financieras de la empresa.

La planeación comenzó tomando la fecha en la que se tiene que tener producto ya terminado hasta la fecha en la que se tiene que iniciar la

### **Conclusiones.**

---

producción; es decir, es una planeación hacia atrás, comenzando con un pronóstico de ventas, plan maestro de producción (etapa de producción desde que se tienen semiterminado hasta tener el producto ya terminado), y la planeación de los requerimientos de materiales (etapa en el que se tienen que verificar en inventario si se cuentan con todos los materiales para el inicio de la producción o se tiene que comprar material faltante, así como también da la pauta para procesar las materias primas y tener los productos semiterminados listos en la fecha indicada en el plan maestro de la producción). Por otro lado tanto el plan maestro de la producción como la planeación de los materiales se apoyarán en ver si existe la suficiente Capacidad en la Planta para cubrir con todas las órdenes de producción y si no es así se realizarán los balances necesarias para ajustar las horas de trabajo en cada uno de los centros de trabajo. Por último todos los planes se llevarán a cabo en el área de producción.

El **Pronóstico de Ventas** proporciona un gran apoyo para el área de planeación para detectar cual va a ser la demanda aproximada que sufrirá el mercado en un futuro y de esta manera poder mantener un control en el inventario de producto terminado y sobre todo que el producto se encuentre disponible siempre que el cliente lo requiera ya que es uno de los principales objetivos.

Por otro lado el objetivo principal del **Manejo y Control de Inventarios**, es uno de los puntos que se tienen que contemplar para la realización de los planes de producción. En este capítulo se mencionan algunos de los criterios para la gente que quiere estar en contacto directo con el manejo de materiales, son tantos los análisis que se tienen que hacer para decidir si es necesario tener o no inventarios, es por eso que la gente interesada en el manejo de materiales tiene que tener un criterio amplio que le permita tomar decisiones en el momento que se le requiera.

El **Plan Maestro de la Producción (MPS)** es utilizado por el planeador al tomar como base el pronóstico de ventas validado por el área de ventas y los pasos que se desarrollan para su realización.

### Conclusiones.

---

El principio del MPS es verificar la cantidad de producto terminado existente en inventario y así decidir cuanto se necesita producir y en que momento para tener el producto en las fechas planeadas de acuerdo a los requerimientos realizados en el pronóstico y de alguna manera controlar los niveles de inventario existentes.

Los beneficios que pueden llegar a obtenerse con una buena planeación de la producción son los siguientes:

- *Mejor servicio al cliente.*
- *Niveles adecuados de inventario en productos de mayor consumo.*
- *Emisión de las órdenes de producción en las fechas indicadas.*
- *Obtención de producto en las fechas planeadas.*
- *Control en el manejo de inventarios y reducción de los costos.*
- *Optimización del tiempo y el control de la capacidad de la planta.*

En lo que se refiere a la **Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP)**, en esta etapa lo importante fue mostrar al planeador verificar si todos los materiales (materias primas) se encuentran disponibles en inventario para el inicio de la producción y de no ser así se comenzarán con los planes de compra del material faltante.

Al igual que el MPS, el MRP toma el principio de verificar la cantidad de materiales existente en inventario (materias primas) y así decidir cuanto se necesita producir de producto semiterminado y en que momento para tenerlo en la fecha planeada de acuerdo al requerimiento del MPS.

Uno de los fundamentos del MRP es optimizar el número de compras y la cantidad de material existente llegando así a controlar los niveles de inventarios.

La **Planeación de los Requerimientos de la Capacidad (CRP)**, es fundamental en las grandes empresas ya que el plan maestro de la producción (MPS) y la planeación de los requerimientos de los materiales (MRP) toman como punto fundamental la Capacidad total de la planta. El planeador utiliza este

### ***Conclusiones.***

---

criterio como una base fundamental para visualizar la cantidad de horas reales que se llevará la realización de las órdenes de producción que se tiene planeado fabricar y compararla contra la que se tiene permisible (planeada).

Por otro lado llega la parte donde todos los planes son ejecutados, la información obtenida es necesario reportarla a las diferentes áreas de la empresa y todo esto es realizado mediante un control de las **Actividades de Producción**. Así es como en el área de producción es donde todo el proceso de planeación es realizado y todo está basado en las decisiones tomadas por las áreas administrativas, financieras y productivas (pronóstico de ventas, planeación de la producción, planeación de los materiales, manejo de materiales en inventarios y de la capacidad existente en la planta para la cantidad de órdenes que se tienen planeado producir).

Los puntos más importantes que se tienen que controlar por el área de producción son la emisión de las órdenes de producción o de compra, el envío o despacho de las órdenes (prioridad con la que se tiene que producir) y la información que es necesario obtener para que de esta manera las áreas administrativas puedan tomar nuevos criterios y la producción sea cada vez mejor. Los informes sobre el estado de las órdenes, materiales, las colas de espera y la utilización de los diversos centros de trabajo son indispensables para su control.

Por último se proporcionaron algunos criterios para la **Aplicación que tendría el MRP en la Industria Química**, y se mostró con un ejemplo sencillo los pasos que se deberían seguir con el propósito de que el lector pueda comprender fácilmente el concepto y la forma como se debe elaborar.

En este capítulo se mencionaron algunas diferencias que existen entre un proceso continuo y un proceso por lotes, ya que la aplicación del MRP a cada uno de los procesos es diferente. **En un proceso por lotes** deberá existir una coordinación muy amplia entre los diferentes centros de trabajo que forman el proceso, existirán tiempos de preparación entre lote y lote de producción por la diversa clase de productos que pasarán por el mismo equipo, etc. En cambio

### ***Conclusiones.***

---

por un proceso de producción continua está dispuesto a minimizar el manejo de materiales y el equipo está diseñado para la fabricación de un tipo de producto.

De lo anterior se concluye que el tema fue desarrollado para estudiantes principiantes y con el talento de desarrollar sus propios criterios, tomar decisiones administrativas y en el ambiente productivo cuando se requieran y desarrollar alternativas de mejoras a la empresa.

Es recomendable que el estudiante interesado amplíe más el tema desarrollando estudios sobre los costos, las compras, distribución de materiales que se deben llevar a cabo en una empresa dedicada a la producción; ya que también forman parte de la planeación de los recursos de manufactura (MRP II).

Lo antes citado es solamente una parte de lo que es realmente el MRP y el campo tan amplio que abarca, es por eso que se recomienda que el estudiante desarrolle temas con una nueva visión a mejorar los criterios de cualquier empresa por grande o pequeña que sea.

El sistema MRP II es tan completo que se relaciona con cada una de las áreas que conforman a la empresa y puede ser aplicado por el usuario que este interesado en el ambiente de los negocios.

Cabe mencionar que lo más importante es el haber generado las bases para el usuario en el comprendimiento de un sistema de planeación siendo capaz de formar su propio criterio en la toma de decisiones tanto administrativas como productivas cuando así se requiera.

## BIBLIOGRAFIA

---

- ◆ Fogarty, J.H. Blackstone; *Administración de la Producción e Inventarios*, Editorial CECSA 1994.
- ◆ J.R.Evans; *Applied Production and Operations Management*, "Forecasting and Time", 1990.
- ◆ Box; *Forecasting and Control*, Oakland, C.A: Holden day 1970.
- ◆ Newbold, T. Boss; *Introductory Business Forecasting*, South-Western Publishing Co. ,1990.
- ◆ Everdell, Romeyn; *American Production and Inventory Control Society (APICS)*, 1987.
- ◆ R.K.Lester; *Commission on Industrial Productivity*, EDGE 1989.
- ◆ New, C. Colin; *"A new Strategy for Components Production"*, Production and Inventory Management.
- ◆ *Bussines Planning Control System (BPCS); Manual de Inventarios (Hoechst-Prolog)*.
- ◆ *Bussines Planning Control System(BPCS); "Manual de Planeación de la Producción (MPS)"*.
- ◆ *Bussines Planning Control Systems (BPCS); "Shop Floor Control (SFC)"*.
- ◆ *Política de Manejo de Inventarios; "Diseños de Procesos de Producción"*.
- ◆ W.R.Wassweiler; *Fundamentals of Shop Floor Control*. APICS 1980.
- ◆ S.A.Melnyk; *Production Activity Control*, Homewood , IL: Don Jones-Irwin, 1987

### Bibliografía.

---

- ◆ *Buffa, Elwood, Spenser; Administración de la Producción y de las Operaciones.*
- ◆ *TEC PRO; Notas Técnicas del Manejo de Inventarios, 1994.*
- ◆ *TEC PRO; Introducción a la Planeación de los Recursos de Manufactura (MRP II), 1994.*
- ◆ *Información proporcionada por Química Hoechst; Manejo de Datos de Manufactura BPCS/400 Introducción para el usuario.*
- ◆ *Información proporcionada por Química Hoechst; Manuales de Business Planning Control Systems (BPCS/400).*
- ◆ *Información proporcionada por Química Hoechst; Manuales del American Production and Control Society (APICS).*
- ◆ *Henley; Operaciones de Separación por Etapas de Equilibrio en Ingeniería Química, Ediciones REPLA 1990.*
- ◆ *Petróleos Mexicanos; Memoria de Labores, 1992.*
- ◆ *Summers; Manual de Química; Grupo Editorial Iberoamericana, 1983.*
- ◆ *R.Luthe, A.Rivera; Métodos Numéricos, Ed.LIMUSA 1980.*

### Tesis Consultadas.

- ◆ *Reyero Ma. Antonio; Implantación de un Sistema de Planeación de los Requerimientos de Materiales en una Industria Farmacéutica, 1991.*
- ◆ *Torre González, Arturo; Planeación de Requerimientos de Materiales como Sistema de Control de Inventarios, (1991).*
- ◆ *Aguilar García, Ma. Antonieta; Diseño de un Sistema Integral de Planeación y Control de Requerimiento de Materiales para una Mediana Empresa, 1988.*

***Bibliografía.***

---

- ◆ ***Mostalac Buntello Ma. Teresa; Requerimientos Básicos para la Implantación del Sistema de Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP) en la Industria Farmacéutica, 1992.***
- ◆ ***Echavarría Felix, Cesar Enrique; Técnicas Modernas de Administración de Inventarios y Producción (MRP, MRP II, JIT), 1985***
- ◆ ***Cruz Bucio, Griselda; Automatización de la Planeación y Control de la Producción en una Planta Manufacturera, 1986.***