

50  
2ej

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



## SISTEMA DE REEMPLAZO DE PRODUCTO TERMINADO COMO VENTAJA COMPETITIVA PARA UNA EMPRESA DE BIENES DE CONSUMO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A N:  
LILIANA GARCIA RUIZ  
OMAR ALEJANDRO ZARUR TORRES

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

## CONTENIDO

INTRODUCCION	.....	pag. 4
CAPITULO I.-	TEORIA DE RESTRICCIONES	.....pag. 6
CAPITULO II.-	OBJETIVOS DE LA PLANEACION DE LA PRODUCCION E INVENTARIOS	.....pag.13
CAPITULO III.-	PRONOSTICO DE LA DEMANDA	.....pag.17
CAPITULO IV.-	SISTEMAS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS	.....pag.24
CAPITULO V.-	ANALISIS FINANCIERO	.....pag.38
CAPITULO VI.-	DRP (DISTRIBUTION RESOURCE PLANNING)	.....pag.49
CAPITULO VII.-	SISTEMA DE REEMPLAZO DE PRODUCTO TERMINADO COMO SOLUCION	.....pag.62
CONCLUSIONES.-	.....	pag.69
BIBLIOGRAFIA.-	.....	pag.71

## INTRODUCCION

Existe en la actualidad una gran demanda de Ingenieros Químicos en la industria para las áreas de logística y planeación de las plantas productivas. Esta tesis pretende ser una herramienta para el estudiante y para el recién egresado, donde se muestre en qué consiste la problemática y la importancia que envuelven a las áreas de logística, producción y control de costos, y se proporcione una visión del panorama de posibles soluciones, en base a las cuales se pueden desarrollar sistemas que se adapten a cada organización de suministro de productos.

Hoy en día los Ingenieros encargados de la planeación de la producción y del control de inventarios y costos se enfrentan al problema que envuelve a todos los procesos productivos: Incrementar ventas y disminuir inventarios y costos operativos. Esta tesis está conceptualizada para servir de guía en la busca de las posibles soluciones a éste problema.

El buen manejo de los inventarios es fundamental para atacar el problema planteado en el párrafo anterior, ya que concatena los tres conceptos mencionados. Un inventario es una herramienta para dar continuidad a un proceso e incrementar su eficiencia, pero mal manejado puede convertirse en un pesado lastre para todo el sistema.

Esta tesis tiene como objetivos: Hacer un análisis de los factores de decisión en una empresa de bienes de consumo; Como hacer el mejor uso de los sistemas de control de la producción y distribución ya diseñados; Presentar una solución viable y novedosa al problema planteado.

La globalización de la economía mundial está provocando la desaparición de las fronteras comerciales así como importantes cambios estructurales (como ejemplo podemos mencionar El Mercado Común en Europa y el Tratado de Libre Comercio en América del Norte) y se está dando lugar a una competencia entre grandes grupos industriales, todos con enorme capacidad de investigación para el desarrollo de nuevos productos de excelente calidad todos ellos. Esto ha ido concentrando los factores que proporcionan la ventaja competitiva en áreas antes no consideradas como estratégicas. El área de planeación de la producción,

compra de materiales y sus impactos financieros, distribución del producto así como la pelea por los espacios en anaquel, todo con enfoque 100% dirigido al servicio a clientes para proporcionar el producto en todas las presentaciones que el mercado está solicitando, así como el hacerlo llegar al lugar donde se concentra la demanda y en el momento adecuado, se ha convertido en uno de los principales retos y motivos de competencia.

Esta tesis muestra y analiza los sistemas de manejo de producto (tanto materia prima como productos terminados) conocidos y utilizados por la mayoría de las empresas, proporcionando además un breve análisis de ellos. También se propone una solución nueva que ha mostrado ser exitosa, durante el tiempo que ha funcionado en la industria de productos de consumo. El "Sistema de Reemplazo de Producto Terminado", que nació de una combinación de distintos sistemas conocidos. Se muestra como un difícil contendiente del sistema japonés "Just in Time" al funcionar como la mejor herramienta para asegurar el hoy y el mañana de las empresas.

## CAPITULO I

### TEORIA DE RESTRICCIONES

#### Dirección a tomar

El objetivo de cualquier empresa esta bien definido desde su creación, y no hay duda alguna de cual es el cometido que se persigue: *hacer mas dinero ahora y en el futuro.*

Todas las actividades de la empresa tienen que estar encaminadas a hacer dinero, y por consiguiente cualquier actividad desarrollada por sus empleados tiene que estar enfocada hacia la misma dirección. El crear motivación en el trabajo de los empleados y entrenarlos, el buscar procesos más eficientes en los distintos sectores productivos, así como un sinfín de cosas que ocupa la mayor parte del tiempo de un Gerente de Planta, no son la meta que se persigue, sino herramientas de las cuales hay que hechar mano para alcanzar el verdadero objetivo que todo sistema busca, hacer dinero ahora y en el futuro.

En otras palabras podemos decir que el hecho de vender lo más posible utilizando el mínimo de inversión, nos aseguraría el ganar mas dinero ahora, mientras que la labor de conseguir cada día mas mercado para nuestro producto así como conseguir capacidad productiva para satisfacer dicha demanda, nos estaría asegurando el hacer mas dinero en el futuro. Todas las actividades de una compañía que tengan alguna repercusión en los dos puntos mencionados, estaran encaminados en la dirección correcta.

## *¿ Como saber que la dirección es correcta ?*

Existen tres mediciones financieras que nos pueden decir en todo momento si estamos haciendo las cosas bien o no, estas son:

### **GANANCIAS NETAS RETORNO DE LA INVERSION FLUJO DE EFECTIVO**

La manera de impactar operacionalmente estas mediciones financieras es a través de las siguientes medidas operacionales:

- a) Incrementar nuestro flujo de ventas.
- b) Disminuir nuestro inventario.
- c) Disminuir los gastos operativos.

Podemos observar claramente que éstas tres medidas operacionales tienen una cosa en común, cuando hablamos de cualquiera de ellas podemos estar refiriéndonos a "dinero", y podremos estar hablando de lo mismo. El flujo de ventas es el dinero que entra, los inventarios es el dinero que tenemos ya dentro de nuestro sistema, y los gastos es el dinero que sale del sistema.

Para manejar estos conceptos en los términos que interesan, se manejan las siguientes relaciones:

Utilidad Neta = UN  
Retorno de la Inversión = RI  
Flujo de Caja = FC  
Flujo de Ventas = FV  
Inventario = I  
Gastos Operativos = GO  
Precio de Venta = PV  
Costo de Materiales = CM  
Volumen de Ventas = VV

<sup>1</sup> F.J. Weston "Fundamentos de Administración Financiera" Ed. Interamericana

de esta forma podremos definir de la siguiente manera:

$$UN = FV - GO$$

$$RI = \frac{UN}{I}$$

$$FC = UN - KI$$

$$\dots FV = (PV - CM) * VV$$

### Teoría de las Restricciones

El problema planteado en el punto anterior es ¿Como maximizar el flujo de ventas, minimizando inventarios y gastos operativos?, se resuelve si aplicamos la Teoría de las Restricciones.<sup>1</sup>

Una restricción es cualquier cosa que limita un sistema para alcanzar un mejor desempeño en el alcance de su meta.

Esta teoría no hace sino emplear la lógica y el sentido común de una manera organizadas, de tal manera que el desgaste del sistema está enfocado solo en el punto determinante para el proceso. El procedimiento para poder aplicar la Teoría de Restricciones se describe con los siguientes pasos:

- 1.- Identificar la restricción del sistema
- 2.- Decidir como explotar la restricción
- 3.- Subordinar el resto del sistema a esta decisión.
- 4.- Elevar la restricción.
- 5.- Si los pasos anteriores eliminan la restricción, regresar al paso 1 y no permitir que la inercia se convierta en la restricción del sistema.

Para la explotación del sistema, una vez realizados los pasos anteriores empleamos el "Método Tambor-Colchón (Buffer)-Cuerda".

<sup>1</sup> Eliyahu M. Goldratt "A Process of Ongoing improvement"

**Tambor.** Este punto está relacionado con la explotación del sistema. La restricción va a dictar el ritmo de todo el sistema, por poner un ejemplo de lo que esto significa, sería subordinar todos los equipos de una línea productiva, al equipo que hubieramos determinado como la restricción del proceso, manteniendo la eficiencia de este equipo máxima, sin importarnos lo eficientes que laboren los demás equipos. Los siguientes son ejemplos de restricciones:

- RECURSO
- DEMANDA
- MATERIAL ESCASO
- POLITICA DE LA COMPAÑIA

**Colchón (Buffer).** Esto significa tiempo de protección. Los "Buffers" son usados para proteger al sistema de problemas, y en un proceso se mide en unidades de tiempo. Usando el mismo ejemplo de la línea productiva, un buffer sería tener una cantidad de materia prima para alimentar al equipo definido como restricción, suficiente como para cubrir estadísticamente el tiempo probable de paro de los equipos que están adelante en el proceso del equipo restricción. De la misma forma tendríamos otro buffer de espacio, para almacenar el producto que sale del equipo restricción, lo suficientemente grande para cubrir estadísticamente el tiempo probable de paro de los equipos que están atrás del equipo restricción en el proceso.

**Cuerda.** Es el mecanismo para forzar a los elementos del sistema a trabajar al ritmo del tambor. Esta parte del método es la que nos ayuda a administrar el sistema. Volviendo a nuestro ejemplo, no tendría caso tener operando un equipo con mayor capacidad que el equipo restricción a toda su capacidad durante todo el tiempo, ya que el sistema se sobreinventaría de un producto que no podría seguir siendo procesado al mismo ritmo. El sistema se desgastaría en una actividad que no daría mayor volumen de producto terminado al final del proceso.

A continuación presentamos un ejemplo práctico de como hacer uso de los cinco pasos básicos:

## 1. IDENTIFICAR LA RESTRICCIÓN DEL SISTEMA

Restricción: "C"

Capacidad Teórica: 1440 u/día

Tiempo operado de restricción:

19.7 hr/día

Flujo real por día: 985 u/día

Capacidades: u/hr

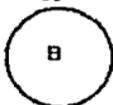
Teórica: 70

Real: 68



90

85



60

50



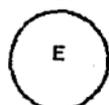
80

78



100

95



Tiempos muertos: hr/día

0.2

0.8

1

1.5

0.8

## 2. EXPLOTAR LA RESTRICCIÓN DEL SISTEMA

Restricción: "C"

Capacidad Teórica: 1440 u/día

Tiempo operado de restricción:

20.7 hr/día

Flujo real por día: 1242 u/día

Capacidades: u/hr

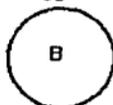
Teórica: 70

Real: 68



90

85



60

60



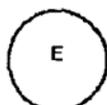
80

78



100

95



Tiempos muertos: hr/día

0.2

0.8

0

1.5

0.8

Aquí tenemos a la restricción a su máxima capacidad.

### 3. SUBORDINAR EL RESTO DEL SISTEMA

conceptos:

- \*bloqueo
- \*desabasto
- \*protección

Restricción: "C"

Capacidad Teórica: 1440 u/día

Tiempo operado de restricción:

24.0 hr/día

Flujo real por día: 1440 u/día

Capacidades: u/hr

Teórica: 70

90

60

80

100

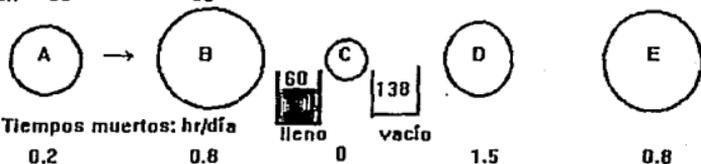
Real: 68

85

60

78

95



### 4. ELEVAR LA RESTRICCIÓN DEL SISTEMA

Restricción: "C"

Capacidad Teórica: 1560 u/día

Tiempo operado de restricción:

24.0 hr/día

Flujo real por día: 1560 u/día

Capacidades: u/hr

Teórica: 70

90

65

80

100

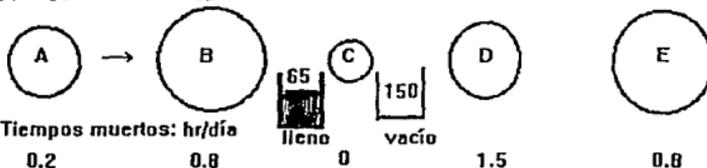
Real: 68

85

65

78

95



A los recipientes (lleno y vacío) les llamamos buffer de inventario y buffer de espacio.

La mayor parte del desgaste al aplicar la Teoría de Restricciones, generalmente consiste en poder identificar en un proceso cualquiera, cual de sus partes conforma la restricción. El primer obstáculo es que a nadie le gusta formar parte de la restricción del sistema, ya que la responsabilidad que esto encierra es muy grande. El segundo obstáculo consiste en diferenciar el "distinto nivel" que pudieran tener las causas que definirían que un engrane de la cadena se convierta en la restricción.

*Frecuentemente una causa resulta ser a su vez efecto de otra causa...*

Para facilitar la tarea de diferenciar en que nivel se encuentra nuestra causa, se utiliza normalmente el Método Efecto-Causa-Efecto. Este método dice que podemos crear un árbol lógico cuyo fin es encontrar la causa básica. Esto es útil para resolver problemas de raíz y es una poderosa herramienta para convencer a otros. Si en el diagrama que se presenta, los efectos son indeseables... la causa básica se convierte en el problema medular.

## EL RETO

**Identificar y usar las restricciones para controlar el flujo de producto a través de la planta hacia el mercado.**

## PRINCIPIO BASICO

**"Una hora perdida en un cuello de botella (restricción) es una hora perdida en todo el sistema; una hora ganada en cualquier otro lugar es un espejismo".**

Para concluir hablaremos de un cambio de paradigma y nos haremos de nuevo la siguiente pregunta:

**¿Qué es productividad?**

## CAPITULO II

### OBJETIVOS DE LA PLANEACION DE LA PRODUCCION E INVENTARIOS

La mayoría de las empresas orientadas a la obtención de utilidades tienen como principales objetivos:

Máximo servicio al cliente  
Mínima inversión en inventarios  
Operación eficiente de la planta (Costo mínimo)

Existe un importante paradigma para el logro de estos tres objetivos básicos.

Para lograr el máximo servicio a cliente se necesita elevar el nivel de inventarios y mantener una flexibilidad de producción en la planta, variando los programas de esta para cubrir las demandas de los clientes.

De esta manera observamos que el segundo y tercer objetivo presentan dificultad para cumplir el primero. Se puede mantener eficiente la operación de la planta si rara vez se cambian los niveles de producción, no se incurre en tiempos extra y las máquinas funcionan por largos periodos una vez que se han preparado para un producto en particular; sin embargo, esto producen altos inventarios y mal servicio al cliente al alcanzar los maximos niveles de eficiencia de la planta.

Los inventarios se pueden mantener en bajo nivel si se hace esperar a los clientes y se forza a la planta a reaccionar rapidamente a los cambios de la demanda. En el mundo de los negocios pocas compañías pueden soportar el trabajar por uno de estos objetivos sin tomar en cuenta los otros dos, puesto que todos son casi igual de importantes para obtener resultados exitosos.

El control de la producción y de los inventarios se ocupa basicamente de proporcionar la informacion necesaria para la toma de decisiones en la conciliación de estos objetivos al momento de operar una planta. El hecho de que estos objetivos se encuentren en conflicto es manifiesto para todos los gerentes de planta. Cuando un cliente pide una entrega inmediata sus alternativas son claras: o gasta dinero deshaciendo los arreglos de las máquinas y trabajando horas extras o deja esperando

al cliente. Tiene también la alternativa de mantener un inventario en el futuro (productos terminados y materias primas) para estar preparado y dar a su cliente un mejor servicio. Los conflictos básicos existen en cualquier compañía y claramente se pueden ver y sopesar las alternativas, si es un mismo gerente quien maneja la producción, las ventas y la distribución, aunque no dejan de ser difíciles de resolver.

Por mucho tiempo, en grandes compañías manufactureras, la responsabilidad del servicio al cliente descansó en un grupo organizacional, el departamento de ventas, que rara vez reconoce la responsabilidad sobre el inventario y la producción. Por otro lado, la gerencia de manufactura, siente poca responsabilidad sobre los inventarios y por el servicio al cliente. Con frecuencia el desempeño de esta gente se mide no por su contribución a los objetivos globales de la compañía sino por sus habilidades para cumplir las metas limitadas que la misma les ha asignado. Por ejemplo, muy pocos supervisores de primera línea se valoran por sus habilidades para controlar los tiempos guía y mantener los artículos en existencia (stock); sin embargo, ellos saben que sus carreras dependen de lo bien que saquen la producción, de que manejen bien al sindicato y de que cumplan sus metas de gastos presupuestados. Bajo la misma consigna, a muy poca gente de ventas se le juzga por su contribución a las utilidades sino que se les valora en cambio por sus habilidades para vender más productos.

La reconciliación de estos objetivos en conflicto en una compañía moderna en la que las responsabilidades han sido divididas y en las que se ha estimulado a los gerentes a suboptimizar las medidas de su desempeño, viene a ser un problema desafiante cuya solución ha sido encomendada a una organización especializada: "Logística y Administración de Materiales". La principal función de esta nueva organización es mantener en línea los objetivos globales de la empresa procurando ser mediadores entre los intereses de las áreas de manufactura y ventas.

## **LA RELACION ENTRE EL CONTROL DE LOS INVENTARIOS Y EL CONTROL DE LA PRODUCCION**

Es común tener el concepto equivocado en la industria de que el control de la producción y de los inventarios son funciones separadas. El control de los inventarios lanza los pedidos mientras que el control de la producción manda elaborarlos en la planta. Sin embargo, la verdad básica es que los inventarios de una planta deben mantenerse para dar apoyo a la producción o son ellos mismos el resultado de la producción.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> George W. Flossi "Control de la Producción y de Inventarios" Prentice Hall

En muchas empresas, existe la perspectiva de que las cantidades de un pedido, puntos de reorden y el MRP (Materials Resource Planning) suponen que el control de los inventarios en una planta es una función independiente. Sin embargo el MRP, los puntos de reorden y la cantidad del lote económico (COE o EOQ) no se pueden utilizar con éxito para controlar los inventarios de producto terminado sin considerar la forma como afectan las tasas y cédulas de producción. Por la misma razón, las técnicas de programación de la producción no pueden desarrollarse independientes al sistema de control de los inventarios que genera las necesidades de existencia de determinado producto.

Puesto que las compras están generalmente separadas del control de inventarios y de la producción, parecería natural hacer funcionar las tres como actividades independientes. Sin embargo, cuando el control de inventarios está funcionalmente separado del control de la producción, corresponde al controlador de inventarios emitir los pedidos a la planta conforme los pedidos alcanzan sus puntos de reorden o fechas de descarga, y luego corresponde al controlador de producción tratar de expedir estas órdenes a través de las operaciones de fabricación ejerciendo presión sobre la gente de la planta.

En la práctica esto provoca acumulaciones fluctuantes de pedidos de fabricación y grandes cantidades de materiales en proceso que sobrepasan los medios de producción, mientras la gente de operación de la planta se esfuerza por mantenerla en una cuota determinada. Operar con acumulaciones para nivelar la carga de trabajo, equivaldría a tener altos inventarios, largos ciclos de producción y un mal servicio.

Quizá el resultado más importante de esta división de responsabilidades y la consiguiente ineficiencia de las dos funciones sea que el control de la producción y el área de fabricación se convierten en los "chivos expiatorios" de los problemas de la planta. La gente de control de la producción ve a la gente de línea como no cooperativos y con falta de visión, mientras que la gente de planta siente que el personal de control de la producción es irresponsable y exigente y que contribuye muy poco en operar eficazmente la planta. La gente de ventas ve a la planta como un área llena de problemas.

Se ha encontrado por lo tanto, que el departamento de logística y administración de materiales debe ser quien maneje los inventarios tanto de materia prima como de producto terminado, ya que conoce a fondo los problemas y necesidades del departamento de manufactura así como las necesidades del cliente mediante el departamento de ventas.<sup>1</sup>

En capítulos posteriores se tratarán algunos de los diferentes métodos de control de la producción e inventarios planteados como solución.

<sup>1</sup> En la industria moderna el nuevo concepto de "Gerente de Materiales" está visto como visionario y coordinador de todo el proceso productivo.

Antes de entrar a la descripción y análisis de los métodos mas comunes para el control de inventarios, es importante explicar los diferentes tipos de sistemas producción-inventarios existentes. En la práctica, los sistemas producción-inventario tienden a caer dentro de una de las cuatro categorías generales de sistemas. Muy a menudo, las fronteras del sistema que se desea analizar y los diseños de estos sistemas son parte de un modelo general mas amplio que solo las etapas de distribución y mercadeo que comunmente se usan. A continuación describiremos los principales tipos de sistemas:

**Sistemas continuos.** En los sistemas meramente de inventarios y de producción continua, el diseño y operación dependen de los requerimientos básicos para las existencias o inventarios, y de la conservación de este inventario para satisfacer rapidamente las variaciones de la demanda cuando ésta se presenta a nivel del consumidor, de la distribución, de la producción, o de la provisión de materia prima. Son considerados como sistemas continuos los Sistemas de Inventarios Puros y los Sistemas de Producción-Inventario para altos volúmenes.

**Sistemas de inventarios de varias etapas.** En este tipo de sistemas, cada uno de los integrantes (consumidor, detallista, distribuidor, fábrica) maneja demandas de inventario con tiempos de tránsito y demoras típicas en flujo de producto así como de información. Como la demanda se genera a nivel del consumidor y se satisface directamente del inventario del detallista, esta es la primera etapa de reabasto que funciona con demora de un día para entregar directo al cliente pasando esta demanda al siguiente escalón con la demora que utiliza el detallista para revisar sus existencias y así va de un escalón a otro hasta llegar, con la suma de todas las demoras, a la fábrica.

**Sistema para altos volúmenes de producción estandarizados.** En este sistema, el problema de demoras se maneja a niveles exclusivamente de la fábrica y en ocasiones incluye al distribuidor donde los inventarios para surtir la demanda de los productos se mueve en base a pronósticos de demanda en los primeros escalones, mientras que a nivel de la fábrica se toma en cuenta también capacidad, tamaños y localización de la planta, así como la planeación integral y calendarización de las instalaciones.

**Sistemas intermitentes.** En los sistemas intermitentes todo se relaciona con el requerimiento básico de mantener en "inventario" instalaciones y fuerza de trabajo, para satisfacer las necesidades de una demanda que varía según el diseño, estilo y requerimientos tecnológicos. Son ejemplos de sistemas intermitentes los talleres abiertos (disponibles para pedidos a la orden) de trabajos por ordenes, los talleres cerrados de trabajos por ordenes, así como Proyectos en gran escala de una sola vez. Los sistemas de talleres cerrados son considerados como inventariables mientras que los sistemas de talleres abiertos son considerados como no inventariables.

## CAPITULO III

### PRONOSTICO DE LA DEMANDA

#### ¿Que es un pronóstico?

Un pronóstico es una predicción o adivinación de eventos futuros, hecha por la observación y/o análisis de algunas señales. Realizar un pronóstico es querer realizar una prospectiva<sup>1</sup> (del latín *pro*, delante y *spectare*, mirar).

Hay al menos dos cosas que distinguen a la prospectiva de otras artes adivinatorias: *la razón*, que permite hacer explícitos los mecanismos empleados para analizar el futuro y potencialmente repetibles los ejercicios y la intención de *explorar* el futuro (señalar lo que podría ser) sin necesariamente predecirlo. La prospectiva, imaginación y razón juntas, es un arte, el de la conjetura anticipatoria, de la especulación educada sobre el porvenir, que combate por encontrar su camino de conversión o acercamiento a lo científico. La prospectiva que se encarga del futuro, debe ocuparse de la invención, de la creatividad, los deseos, los miedos y lo posible.

La prospectiva intenta reducir el azar, previendo razonada y razonablemente, la posible evolución de lo estudiado al paso del tiempo y el efecto que podrían tener sobre el objeto de estudio distintas acciones aplicadas a él o a su entorno. La prospectiva es una herramienta de la planeación

No conocemos la realidad, sólo nuestros modelos de ella, que sólo son formalizaciones de nuestros prejuicios.

#### Características de los pronósticos.

Todo pronóstico, aun cuando sea derivado, proporciona datos iniciales con los cuales comenzar la planeación mediante un sistema formal integrado. Conforme se efectúan cambios al pronóstico basados en un mejor conocimiento o en nuevas opiniones o cuando la demanda real no iguala el pronóstico, puede actualizarse el plan para indicar las acciones correctivas específicas que se necesitan.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Charles Francois en Introducción a la prospectiva ed. Pléamar

<sup>2</sup>. Planear y ejecutar son cosas distintas y deben distinguirse como tales. "Presupuestos de las teorías de planeación" J. Elizondo UNAM.

Antes de comentar las técnicas del ejercicio del pronóstico es importante que se entiendan sus características generales. Las más importantes pueden enunciarse en forma breve:

1. Los pronósticos van a estar equivocados.
2. Los pronósticos son más útiles cuando llevan una estimación del error.
3. Los pronósticos son más exactos para grupos de elementos mas grandes.
4. Los pronósticos son más exactos para periodos más cortos.

De manera racional se reconoce que un pronóstico estará siempre sujeto a error, y aunque hay herramientas matemáticas para mejorar el arte de pronosticar, la cantidad de dinero y esfuerzos puestos en aplicar tales herramientas alcanza rápidamente un punto de rentabilidad decreciente. Mas allá de este punto, es más rentable desarrollar flexibilidad para enfrentar la inexactitud del pronóstico que tratar de mejorarlo. Una estimación del error, basada en datos reales previos frente a los del pronóstico o, en opiniones personales de gente bien informada, puede ser utilizada para elaborar planes de contingencia.

Si el que pronostica decide determinar si una nueva técnica de pronóstico es o no eficaz, no necesita esperar a que se concreten las ventas para darse cuenta si la técnica es o no válida. El que pronostica puede simular que el pronóstico se está realizando uno o dos años antes y probar la técnica del pronóstico con lo que en realidad sucedió. El simulador tiene la ventaja de que pueden cometerse errores sin costo.

Hay cinco pasos esenciales en la realización de un pronóstico:

1. Definición de los propósitos
2. Preparación de los datos
3. Selección de las técnicas
4. Ejecución del pronóstico y estimación del error
5. Seguimiento de los pronósticos

Uno de los enfoques básicos del ejercicio del pronóstico (el uso de técnicas estadísticas) puede comprender el uso de la propia historia de la demanda de un

producto para determinar un pronóstico sobre las ventas futuras , o puede basarse en un análisis de correlación múltiple (utilizando factores extrínsecos) para pronosticar las ventas de productos no relacionadas en forma directa con estas actividades.

El que realiza el pronóstico debe decidir entre si utilizar los datos para pronosticar los embarques o los negocios que van llegando, esto es que los embarques reflejan lo que las instalaciones han podido hacer en respuesta a las ordenes que estas reciben. Por ejemplo un producto muy popular cuyo suministro ha sido insuficiente por los ultimos cinco meses mostrará una historia de pocos embarques a pesar de una tasa alta de negocios que se reciban. Si se utilizaran los embarques pasados para hacer las estimaciones, prolongaría el periodo de déficit por no reflejar la verdadera demanda actual del producto.

Los pronósticos estadísticos tratan los elementos básicos en una serie de demanda en forma separada. Esta serie puede separarse en tres componentes principales: tendencia, estacionalidad y aleatoriedad; cada componente puede expresarse en forma matemática.

La extrapolación de la tendencia es una de las técnicas más sencillas y mejor conocidas para realizar un pronóstico. El contar con una linea de tendencia de largo alcance ayuda al que pronostica a estabilizar sus pronósticos sin reaccionar con exceso a los eventos de corto plazo. Mejor aún que la proyección lineal es la técnica matemática de los mínimos cuadrados. Los promedios móviles pueden emplearse para desarrollar las tendencias de largo alcance de la serie y para proyectar esta tendencia hacia el futuro. El patrón estacional, cuando es consistente año tras año puede ser representado por relaciones directas entre ventas reales mensuales y ventas promedio mensuales.

Una vez que eliminamos los componentes de la tendencia y estacionalidad, nos quedamos con la aleatoriedad. Aunque no hay forma de predecir la aleatoriedad, esta se expresa como un porcentaje de error de modo que podemos determinar el máximo y el mínimo de la demanda esperada a partir de los promedios del pronóstico.

Antes de que los pronósticos sobre el producto detallado o de grupo puedan ser útiles, es necesario un pronóstico global del negocio. Este tipo de pronóstico es también necesario para desarrollar el plan de producción (del cual hablaremos más adelante). Existen muchos métodos para elaborar este tipo de pronóstico incluyendo algunas técnicas estadísticas muy útiles.

## TECNICAS DE PRONOSTICO

Mencionaremos en esta sección algunas técnicas sencillas y muy frecuentemente utilizadas, sin dejar de mencionar que existen muchas otras y que, en caso de ser necesario, se aconseja profundizar en bibliografía especializada en estadística.<sup>1</sup>

Los promedios proporcionan una técnica muy útil. Dos son los tipos comunes en la actividad de pronosticar: **promedio móvil** y **sopesado**. Los promedios móviles pueden calcularse sobre cualquier número de periodos de datos, mientras mayor sea la población, el promedio será más estable pero menos sensitivo al ser actualizado. La regla para actualizar el promedio es

$$F = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n + d(n+1) - d_1}{n}$$

d = demanda real de cada periodo

n = cantidad de periodos en el promedio

F = pronóstico

Esta solo desarrolla un nuevo promedio cada periodo sumando la última demanda real y restando la más antigua. El nuevo promedio es proyectado como pronóstico en un futuro tan lejos como el pronosticador crea razonable.

El utilizar un promedio sopesado da mayor peso a la tendencia histórica que a una demanda real descontrolada hacia arriba o hacia abajo. De esta manera los impactos puntuales quedan dentro de un orden lógico y más confiable.

También existe la nivelación exponencial o nivelación de x orden (según el caso) donde además se pueden incluir ajustes para los cambios de tendencias y estaciones. La ecuación de nivelación de primer orden puede arreglarse de manera simplificada en la forma que sigue

<sup>1</sup> Mendenhall "Estadística Aplicada"  
Grant/Levenworth "Control Estadístico de Calidad"

**Nuevo pronóstico = Pronóstico anterior +  $\alpha$  (ventas - pronóstico anterior)**

$$\alpha = \frac{2}{(n+1)}$$

donde  $\alpha$  es el factor sopesante.

Esta fórmula funciona bien cuando se refiere a artículos muy estables y detecta las tendencias muy fácilmente, aun cuando el pronóstico se atrasará siempre en relación con la demanda real en caso de existir una tendencia realmente significativa. Sin embargo, cuando se cree que existe una tendencia tal (un nuevo producto por ejemplo) puede utilizarse la nivelación de segundo orden formado por las partes *A* y *B* donde

**$A$  nuevo = Pronóstico anterior +  $\alpha$  (ventas - Pronóstico anterior)**

**$B$  nuevo =  $B_{ant}$  +  $\alpha$  ( $A$  nuevo -  $B$  ant)**

donde la primera parte es una simple nivelación de primer orden y la segunda, nos proporciona un factor de ajuste para que la tendencia elimine el efecto de retraso de la nivelación de primer orden. En otras palabras, *A* nuevo se atrasa en relación con el patrón de la demanda real con base en los pedidos de ventas. El pronóstico de *B*, utilizando *A* como si fuera la demanda real, se atrasará en relación con el pronóstico de *A* por una cantidad similar. La corrección se hace ajustando el pronóstico de primer orden (*A* nuevo) por la diferencia entre los dos (*A* nuevo - *B* nuevo), esto es

**Nuevo**

**pronóstico =  $A$  nuevo + ( $A$  nuevo -  $B$  nuevo) =  $2A$  nuevo -  $B$  nuevo**

En el caso de pronósticos estacionales, no funciona el hecho de tratar de ajustar curvas elaboradas en base a este tipo de datos ya que los resultados no serían tan buenos como los que se obtienen utilizando los índices con base en el periodo.

El ejercicio del pronóstico estacional requiere un método de proyectar una nueva cifra de promedio mensual, esto se puede realizar con los métodos anteriormente explicados. Antes de utilizar la demanda real, independientemente de las técnicas utilizadas, debería normalizarse a un promedio mensual dividiendo los datos reales entre el índice. Una vez que se actualizó el pronóstico para el promedio mensual, se estacionaliza el nuevo pronóstico multiplicándolo por el índice para los meses que se desea pronosticar.

**Modelos lineales.** Se puede utilizar muchos tipos de funciones matemáticas para representar el modelo de una respuesta que sea función de una o más variables independientes. Es posible clasificar estos modelos en dos categorías: los modelos determinísticos y los modelos estadísticos.

Los modelos determinísticos son modelos exactos y no permiten algún error en la predicción de una variable como función de otra. Cuando al repetir un evento práctico y para un valor determinado de la variable independiente se encuentran más de un valor para la dependiente, la predicción tendrá un error desconocido. Esto naturalmente, nos conduce a la aplicación de los métodos estadísticos.

En contraste con los métodos determinísticos, los estadísticos utilizan modelos probabilísticos.

El modelo estadístico lineal que relaciona una respuesta aleatoria  $Y$  con un conjunto de variables independientes  $x_1, x_2, \dots, x_k$  tiene la forma

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon$$

en donde  $\beta$  son parámetros desconocidos,  $\varepsilon$  es una variable aleatoria y  $x$  son constantes conocidas. Supondremos que  $E(\varepsilon) = 0$  y por lo tanto

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$$

En modelos de regresión lineal es frecuente el uso de el **método de mínimos cuadrados** para obtener estimadores de los parámetros  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$  en un modelo de regresión lineal.

**Modelo Lógico.** Este modelo consiste en efectuar mediante una función previamente definida una simulación. Dejando todos los parámetros involucrados sin cambio se analiza el efecto al modificar cada variable por separado, se realiza una función para cada efecto y se define una función de funciones.

Este modelo necesita de un tratamiento matemático más complicados que los anteriores, pero durante la planeación es muy útil ya que podemos analizar distintas alternativas con resultados muy precisos.

**Pronóstico con la técnica Delfi.**<sup>1</sup> Uno de los intentos por hacer el pronóstico tecnológico más preciso y significativo es el uso de la técnica Delfi. Aunque tiene cierto parecido al juicio o lluvia de ideas es mucho más que eso, y tiene mucha respetabilidad y aceptación científicas. Un proceso típico de la técnica Delfi es el siguiente:

<sup>1</sup> Esta técnica ha sido desarrollada por Olaf Helmer y sus colegas de la RAND Corporation.

1. Se selecciona un panel de expertos de un área de problemas particular, que pertenezcan a la organización unos y otros ajenos a ella.

2. Se pide a los expertos (anónimamente, de modo que no reciban influencia de otros) que hagan un pronóstico acerca de lo que creen que sucederá y cuándo.

3. Las respuestas se recopilan y los resultados compuestos se comunican a todos los miembros del panel.

4. Con ésta información (pero todavía con anónimo individual) se hacen más estimaciones del futuro.

5. Este proceso se repite varias veces.

6. Cuando comienza a surgir una convergencia de opinión, los resultados se usan como un pronóstico aceptable.

## **UTILIZACION DEL PRONOSTICO**

Deben mencionarse cuatro pasos esenciales para la utilización correcta de un pronóstico:

1. Seleccionar la técnica apropiada

2. Manejar de manera cuidadosa la actualización

3. Revisión frecuente de ventas reales en comparación con las pronosticadas

4. Reacción rápida para corregir desviaciones significativas

Vale la pena comentar que debe calcularse matemáticamente todo lo posible y pronosticar solo lo que se debe. También es importante dar seguimiento en forma regular a los pronósticos e identificar y corregir los imprecisos.

## CAPITULO IV

### SISTEMAS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS

#### **Función de los inventarios**

Todo capital que entra a un sistema de suministro de productos, se convierte automáticamente en inventario. El uso que se da a los inventarios es para separar cada subsistema dentro de la cadena evitando con ésto que si algún eslabón para o tiene algún problema, el sistema continúe funcionando. Esto quiere decir que el inventario frecuentemente es usado para cubrir las deficiencias existentes en un proceso, sin embargo, el costo que implica cubrir estas deficiencias con inventarios es tan grande que debe trabajarse en eliminar las causas de dichas deficiencias manteniendo así un óptimo nivel de inventario.

Para el control y medición de los inventarios, es preciso hacer una clasificación según su razón de ser dentro del proceso:

**Inventarios en tránsito.** Tienen como fin mantener llenos los conductos de alimentación del sistema, uniendo procesos que operen en distinto lugar geográfico. El inventario en tránsito debe de cubrir, en días (de inventario según la demanda), la distancia promedio entre todos los eslabones de la cadena y la desviación estandar de dichos tiempos de tránsito. La administración no puede disminuir estos inventarios, a menos que pueda reducir la duración del tránsito, las demoras y los tiempos de manejo que constituyen parte del sistema.

**Inventarios cíclicos.** Estos inventarios sirven para soportar el tiempo que existe entre cada ciclo de producción de un mismo producto. Esta componente del inventario se podría reducir formando pedidos con mayor frecuencia o realizando cédulas de producción con ciclos cortos, pero deben considerarse otros costos que resultarían afectados adversamente. La determinación de las políticas económicas de reabastecimiento es, en general, uno de los temas importantes del estudio de los inventarios.

**Inventarios de contingencia.** Las etapas del sistema no podrían depender exclusivamente de la demanda promedio como base para la fijación de los niveles de inventarios, ya que la varianza de la demanda es tan grande que es necesario proteger estadísticamente los picos posibles. Es decir que estos inventarios están destinados a absorber las variaciones ocasionales de la demanda, en base a la estimación de la demanda máxima que razonablemente puede esperarse.

**Inventarios estacionales.** Existen productos cuyo ciclo de uso o demanda comercial no es constante durante todo el año; en cuyo caso se utiliza información histórica que junto con la proyección de la demanda, forman la base en la redefinición de niveles de inventario. La alternativa racional, basada solamente en la comparación de costos, sería realizar un balance entre el costo de cambiar los niveles de producción y el costo de hacer crecer el inventario a niveles suficientemente altos para soportar la estacionalidad.

### **Tamaño de lote económico**

Una de las decisiones básicas que debe tomarse en la administración de los inventarios es la de equilibrar los costos de inversión con la colocación de pedidos para reponer estos. La cantidad correcta a pedir es aquella que mejor equilibra los costos relacionados con el número de pedidos colocados y con su tamaño. La cantidad económica de pedido o tamaño de lote económico es el mínimo costo total del inventario, y se obtiene como resultado de equilibrar adecuadamente el número de pedidos con el tamaño de los mismos.

La validez de la aplicación de este concepto depende de lo siguiente:

1. El artículo no es producido en forma continua. (Se compra o fabrica en lotes/tandas).

2. Los índices de ventas son uniformes y menores a la rapidez con que se produce el artículo, dando como consecuencia inventarios mayores.

La forma mas sencilla para determinar el tamaño de lote económico es la de la raíz cuadrada:

$$EOQ = \frac{(2AS)}{I}$$

en donde

A = Consumo anual (\$)

S = Costo de pedido (\$)

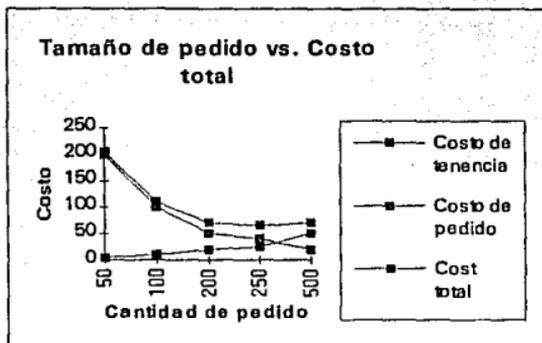
I = Costo de tenencia del inventario por unidad de costo del inventario promedio.

### Ejemplo:

Cantidad de pedido	Inventario Promedio	Costo de Pedido = \$10 Consumo anual = \$1,000 Costo de tenencia de inventario = 20%			Costo Total
		Costos de Tendencia	Pedidos año	Costo de Pedido	
\$50	25	\$5	20	\$200	\$205
100	50	10	10	100	110
200	100	20	5	50	70
250	125	25	4	40	65
500	250	50	2	20	70

En la práctica real es difícil determinar con exactitud los costos de tenencia de inventario y los costos de pedido, no obstante el uso del concepto de los tamaños de lote económicos genera beneficios prácticos para el control de la producción por dos razones:

1. Un método consistente y ordenado genera cantidades de pedido con resultados muy superiores a los determinados por una regla empírica.
2. La curva del costo total es plana en un rango bastante amplio de cada lado de la COE (EOQ), como se muestra en la siguiente gráfica, realizada con datos del ejemplo anterior.



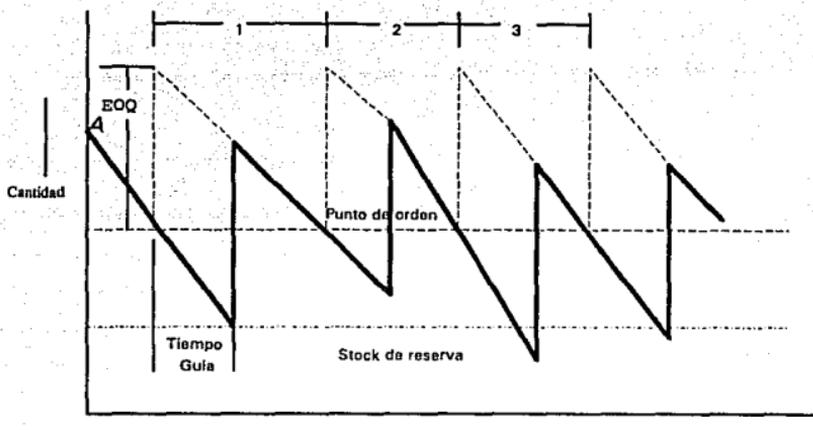
\*Gráfica tomada del libro "Control de la Producción y de Inventarios" G.W.Plossl pag.36.

Substituyendo los datos utilizados en la fórmula, la COE (EOQ) puede ser calculada como sigue:

$$\begin{aligned}
 \text{COE} &= \frac{2 * 1000 * 10}{0.20} \\
 &= 100,000 \\
 &= \$316
 \end{aligned}$$

### Punto de orden

El punto de orden consiste en una estimación de la demanda durante el tiempo guía (tiempo que corre entre el momento de hacerse un pedido de reposición hasta que el material se recibe y esta listo para ser usado), que permita cubrir variaciones tanto en los tiempos guía como en la demanda.



\*Diagrama tomado del libro "Control de la Producción y de Inventarios" W.G.Plossl pag 66

Con esta técnica debe notarse lo siguiente

1. Las cantidades de pedido (EOQ's) son por lo general fijas y se recalculan únicamente cuando se esperan cambios significativos en la demanda.
2. Los puntos de orden son fijos con demasiada frecuencia y se revisan esporádicamente para mantener su relación con los cambios esperados en la demanda o en el tiempo guía.
3. Los intervalos entre los pedidos sucesivos de reposición no son constantes pero varían en relación inversa con la tasa de consumo: Entre mayor sea la demanda, menor será el intervalo entre los pedidos.
4. La porción de existencias de reserva se considera, por lo general, estar disponible en promedio a lo largo del año.
5. La porción de inventario correspondiente a la cantidad de pedido completo se tendrá disponible solo inmediatamente después de que se reciben. En promedio solo la mitad de la cantidad de orden estará en inventario a lo largo del año debido al supuesto de consumo uniforme.
6. El inventario total promedio planeado, será igual a la mitad de la cantidad del pedido más el "stock" de reserva.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Debe siempre diferenciarse entre "stock" de reserva y "buffer" de inventario. El buffer es exclusivo de la restricción.

La determinación de un punto de orden requiere de ambos factores que lo comprenden: La demanda anticipada durante un tiempo guía y existencias de reserva.

El problema de determinar la reserva adecuada, es difícil, ya que es una función que debe controlar de manera estadística las variaciones de: demanda, tiempo guía, cantidad de pedidos y nivel de servicio deseado.

### Cálculo de punto de orden.

Conociendo las propiedades estadísticas de la distribución normal y la desviación estandar, y habiendo calculado con esto el error del pronóstico, el cálculo de punto de orden es directo.

$$SR = (FS * DS)$$

FS Factor de seguridad

DS Desviación estandar

SR Stock de reserva

$$\text{Punto de orden} = (DP + SR)$$

DP Demanda promedio en los días de tiempo guía

### Ejemplo:

Supongase que los siguientes datos se aplican al artículo X:

Pronóstico semanal = 500 unidades

Tiempo guía = 1 semana

DS = 200 unidades

Servicio requerido = 98%

Cantidad de pedido = 500 unidades

$$\text{Stock de reserva} = \text{Factor de seguridad} * DS$$

De la tabla de factores de seguridad para la distribución normal, de la columna de nivel de servicio para desviación media absoluta, vemos que el factor de seguridad para el 98% es igual a 2.56.

$$SR = 2.56 * 200$$

$$SR = 512 \text{ unidades}$$

y el punto de orden que es

$$\begin{aligned} PO &= DP + SR \\ PO &= 500 + 512 \\ PO &= 1012 \text{ unidades} \end{aligned}$$

La relación entre la cantidad del pedido y el stock de reserva puede tomarse en consideración determinando el número de periodos de reposición que se presentarán (o sea el número de exposiciones al agotamiento) y luego calculando el nivel de servicio deseado como el número de periodos de reposición durante el cual no se desean agotamientos de existencias.

El cálculo puede ilustrarse utilizando los datos para el artículo X . Este artículo tuvo un pronóstico semanal de 500 unidades, un tiempo guía de una semana, una desviación estandar de 200 unidades y el nivel de servicio deseado de 98%. Si este nivel de servicio se especificara en su lugar como un agotamiento de existencias por año (que medido semanalmente durante todo el año  $1/52$  es igual a 1.9%), y si la cantidad de pedido fuera de 2600 unidades, entonces:

$$\begin{aligned} \text{Demanda anual} &= 500 * 52 \\ &= 26,000 \text{ unidades por año} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Exposiciones} &= 26,000/2,600 \\ \text{por año} &= 10 \text{ Periodos de reposición} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nivel de servicio requerido} &= 9/10 \text{ ó } 90\% \\ \text{para un agotamiento de existencias} & \end{aligned}$$

$$FS = 1.6 * DS \text{ (1.6 es dato de la tabla de desviación estandar)}$$

y por último punto de orden es

$$PO = 500 + (1.6 * 200) = 820 \text{ unidades}$$

## PLANEACION DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP)

Las demandas de gran volumen de materiales utilizados en las operaciones de fabricación surgen de decisiones de producir algún artículo que los contiene. Los componentes de artículos compactos, textiles y cerámica y los ingredientes de alimentos, sustancias químicas y farmacéuticas no se utilizan a tasas constantes y uniformes ni se necesitan hasta que el artículo en el que intervienen se va a producir. Tiene todos estos una demanda dependiente.

La consecución de tales materiales y su continua reposición se maneja utilizando el siguiente análisis lógico:

1. Cuando y cuanto queremos fabricar de un producto.
2. Componentes requeridos
3. Componentes en existencia
4. Anteriores pedidos de dichos componentes
5. Número y tiempo en el que se necesitaran
6. Tiempo en que se debe levantar la orden

Esta es la lógica fundamental del MRP y se aplica a todo tipo de productos que comprenden componentes múltiples.

Se imponen diferencias significativas en los modos según los cuales se aplica la lógica a estos diferentes métodos de procesamiento y en el manejo de los datos utilizados en ellos.

Deben manejarse seis puntos básicos para toda correcta planeación de materiales:

1. Debe desarrollarse un "Plan Maestro Válido" que establezca lo que se va a elaborar, que cantidad se necesita y cuando se requieren los materiales para cada producto. A esto también se le denomina Programa Maestro de Producción (MPS). Todos los planes resultantes son inválidos e irreales si el MPS requiere un producto que excede las capacidades de las instalaciones (Planta y vendedores) que lo producen.

2. Las "Listas Secuenciales Exactas" de materiales que detallan la composición de la estructura de los productos forman la estructura o marco de la planeación moderna, que muestra las relaciones de los productos de un artículo constituido por componentes de una familia en la forma en que van a ser fabricados u obtenidos.

3. Es esencial una información exacta sobre los inventarios con que se cuenta, la cantidad en existencia y los datos necesarios para describir el artículo en una forma completa para fines de planeación.

4. La "Información precisa sobre los pedidos ya enviados" para conseguir cantidades adicionales de cada artículo, ya sean compradas o fabricadas debe incluir la cantidad pedida y la fecha de vencimiento.

5. Se necesitan tiempos guías confiables en la fabricación de tandas o lotes específicos de materiales.

6. Se debe lograr un flujo adecuado de materiales para satisfacer todos los requerimientos al pasar por cada etapa del proceso total.

La complejidad de número de componentes a manejar en un MRP y su secuencia de cálculo, hacen imposible la utilización completa del mismo sin tener a la mano un equipo adecuado (Software y hardware), ya que la columna vertebral del sistema implica una programación en etapas secuenciales cuyos principios generales se describen a continuación:

-El plan de materiales debe extenderse por un periodo suficientemente largo para cubrir el tiempo guía mas largo de cualquier componente en una lista de materiales de un solo nivel y la suma de los tiempos guía para niveles múltiples.

A continuación se ejemplifica una lista de materiales con sangría parcial (separando los niveles a que pertenecen los componentes).

Número de componente del 1er. nivel	Número de componente del 2o. nivel	Descripción	Cantidad requerida	Fuente
X18		Interruptor	1	Comprado
Y2L		Armadura del enchufe	1	Fabricado
	1314	Interruptor	1	Comprado
	219	Armazón	1	Fabricado
	326	Base	1	Fabricado
	220	Aislador del armazón	1	Comprado
	222	Aislador de la base	1	comprado
	405	Vástago de tornillo	1	Fabricado
9P		Pantalla	1	Fabricado
414		Soporte	2	Fabricado
4107		Juego de Cables	1	Comprado

\*Tabla tomada del libro "Control de la Producción y de Inventarios" G.W.Flossl

- El plan de materiales debe revisarse con frecuencia con el fin de reaccionar a los cambios en los requerimientos.

- Entre más corto sea el periodo de tiempo utilizado, mas eficaz será el plan de materiales.

Es muy importante tener presente que, como en cualquier sistema que depende de sus bases de datos, toda la información que estas manejen sea ciento por ciento confiable, completa y actualizada, para lo cual hay que generar reportes periodicamente. Para este caso deben utilizarse reportes de entradas y salidas de materiales, ajustes de inventario, envios y cierres de pedidos.

## Mecánica del MRP

El MRP en etapas programadas intenta establecer un modelo que representa la forma en que los materiales se moveran a traves de una planta de fabricación o de un sistema de distribución. Las listas de materiales determinan los artículos que deben ser programados o almacenados asi como la secuencia o la periodicidad con que son adquiridos de fuentes externas o fabricados dentro de la planta.

Los datos incluidos en el despliegue del MRP contienen lo siguiente:

1. **Un encabezador.** Este contiene una variedad de información sobre cada artículo que se planea, incluyendo el número de parte, la descripción, la cantidad en existencia, unidad de medida, si es comprado o fabricado, la clasificación ABC (referente al nivel de explosión de materiales), el tamaño de lote, el planeador, el costo estandar y la cantidad asignada.
2. **Designaciones del periodo de tiempo.** Frecuentemente estas tienen un arreglo de forma horizontal pero en algunas ocasiones se hace de forma vertical. Incluyen un periodo vencido que en ocasiones se subdivide en varios pedidos pasados.

La siguiente tabla nos muestra un ejemplo de un arreglo de manera vertical, es el plan de materiales para una pantalla de una fábrica de lámparas.

## PLAN DE MATERIALES

En existencia = 1,244

U/M = piezas

Tiempo guía = 4 semanas

ABC = A

Stock de seguridad = 0

Cantidad de pedido = lote por lote

Semana	Solicitudes	Pedidos abiertos	disponibles proyectados	Envío planeado	Recepción planeada	Acción
17			744			
18			744	256		Pedido
19	500		244			
20			244			
21			244	500		Pedido
22	500		-256		256	Recibir
23						
24						
25	500		-500		500	Recibir

\*Tabla tomada del libro "Sistemas de Producción e Inventario" E.S.Buffa/W.H.Taubert.

3. **Los requerimientos.** Estos se generan por planes para fabricar artículos relacionados en los distintos periodos de tiempo.

4. **Los pedidos abiertos.** Realizados en tiempos determinados, muestran las cantidades programadas para ser recibidas en fechas exactas.

5. **Cantidades disponibles proyectadas.** También se denominan "por tener". La mayoría de los programas MRP restan las existencias de seguridad planeadas y las cantidades asignadas de los inventarios actuales para poder obtener cifras disponibles para planear. Esta información nos muestra cuando el artículo caera por debajo del nivel de existencias de seguridad.

6. **Un pedido planeado vencido** muestra la cantidad y los periodos de tiempo en los que se planea que los pedidos sean completados para cubrir los requerimientos netos.

7. **El envío de un pedido planeado** (liberación del plan) en los periodos de tiempo apropiados muestra la cantidad que se planea y cuando serán enviados.

En conclusión, el MRP puede realizar tres tareas muy valiosas:

- 1.- Sugiere (no impone) el tiempo apropiado para enviar pedidos.
- 2.- Indica la fecha apropiada en que se necesitan los pedidos y mantiene válidas estas fechas durante los tiempos de procesamiento del pedido.

3.- Proporcionar la información que auxilie la planeación de los requerimientos de la capacidad y la carga de la máquina y del centro de trabajo.

El MRP *no es un sistema*, es simplemente una técnica dentro de un sistema. El éxito de su empleo depende de muchos factores que se manejan durante todo el desarrollo de ésta tesis. Mostramos aquí algunos de los motivos por los cuales suele fracasar el uso del MRP.

- Que sea parte de un sistema mal diseñado (Capítulo 1. Restricciones)
- Que se manejen datos poco precisos (sin duda el más frecuente)
- Listas de materiales mal estructuradas.
- Usuarios mal capacitados o no calificados.

### PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION (MPS)

La planeación del negocio convierte la transición de los terminos amplios y generales de la planeación estratégica en la planeación mas detallada de producción. Demasiado énfasis en datos financieros precisos y una confianza exagerada en factores tangibles (como los costos del equipo) han ahogado la iniciativa y la aceptación de riesgos en varias industrias que en la actualidad están decayendo.<sup>1</sup>

Los planes de producción desarrollan el siguiente nivel de detalle que da soporte a los planes del negocio. Por lo común, tienen el mismo horizonte, pero su enfoque esta sobre las instalaciones y la producción requerida para dar apoyo a los planes del negocio. El extremo del frente (uno a dos años) es particularmente importante, puesto que este se compara con los planes detallados de la operación. Un programa típico de producción se desarrollara como sigue:

Primer año, doce periodos mensuales, subfamilias.

Segundo año, cuatro periodos trimestrales, familias.

Tercer año, Dos periodos semianuales, grupos de familias.

Cuarto y quinto años, totales anuales, grupos de familias.

<sup>1</sup> Los datos financieros son importantes, pero no debe perderse la vista del objetivo real, dar prioridad a lo que mantendrá viva a la empresa (Cap. 1)

Los planes de producción tienen tres funciones:

1. Definir con mas detalle la posición de fabricación en diferentes planes de negocio.
2. Establecer cuotas de fabricación de las familias de productos.
3. Proporcionar la base del control administrativo de las operaciones.

## MPS

En el programa maestro de producción, se necesita aun mas detalle que en los planes de producción puesto que aquel establece la prioridad de integración del sistema formal (material), la capacidad y la planeación y control de los costos. Los productos especificados en el MPS deben ser descritos en listas de materiales especificas e individuales.

El MPS interconecta los planes del negocio y los de la operación de cada día.

El MPS permite a la administración un mejor control de las operaciones diarias.

El MPS dirige el sistema formal de planeación y control integrado.

A falta de una capacidad de planeación formal bien integrada por los sistemas modernos, los gerentes no tienen manera de determinar si la multitud de gente que toma cientos de decisiones sobre miles de artículos esta trabajando en apoyo a los planes estratégicos del negocio y de producción. El conocimiento de hoy en día y los sistemas modernos de administración de la información hacen posible una jerarquía de planeación completamente integrada y caracterizada por horizontes y periodos de tiempo mas cortos, mayor detalle y una variedad de planes desarrollados para satisfacer necesidades específicas.

Es importante recordar que los planes aislados, independientes y de multiples propósitos son peor que inútiles, son peligrosos.

El MPS contempla los productos que se van a elaborar y, a través del sistema de planeación detallada, identifica los recursos (materiales, fuerza de trabajo, equipo de planta y capital) necesarios y la periodicidad de la necesidad.

El propósito fundamental del MPS es iniciar la consecución de los recursos necesarios para realizar el plan. La fase de planeación proporciona las estimaciones en relación con lo que se va a necesitar, las cantidades y las fechas; la ejecución determina finalmente de modo específico lo que se conseguirá y lo que se producirá.

Por definición el MPS es un enunciado detallado sobre cuantos artículos se planea producir y cuando. Así el MPS de cualquier compañía es una matriz de artículos programados y periodos de tiempo cubiertos para cada uno. Los periodos de tiempo utilizados con la mayor frecuencia son semanales, aun cuando en ocasiones se utilizan periodos bisemanales o mensuales para productos de mayor complejidad. El MPS establece lo que puede y debe producirse; no se trata de una lista de deseo de lo que a la dirección le gustaría producir. Además el MPS proporciona uno de los controles del negocio mediante lo siguiente:

1. Un medio para autorizar y controlar la fuerza de trabajo, inversión en inventario y flujo de caja dando apoyo a las metas sobre servicio a cliente, rentabilidad e inversión de capital.
2. Un mecanismo para coordinar las actividades de comercialización, ventas, ingeniería, producción y finanzas con objeto de desarrollar un plan común y mejorar el trabajo en equipo.
3. Un dispositivo para reconciliar la actividad de comercialización y ventas con las capacidades de fabricación.
4. Un medio para medir el desempeño de cada grupo en el plan común.

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS FINANCIERO**

#### **DETERMINACION DE LAS UTILIDADES DE UNA EMPRESA**

Si la esencia de la empresa es coordinar el capital con el trabajo, que junto con las funciones técnicas logran la producción de bienes y servicios para el mercado, esta debe de buscar que la remuneración de dichos bienes y/o servicios esté por arriba de aquella que se obtendría en el mercado de dinero sin afrontar riesgo alguno.

Para explicar a groso modo y de forma sencilla como se determinan las utilidades, debemos formar una estructura de ventas, costos, gastos y utilidades que represente de forma acertada la operación y las diferentes actividades de una empresa.

La elección de cualquier método para determinación de costos y utilidades requiere de un estudio profundo de las necesidades de la empresa. Esto abarca el estudio de la organización en su conjunto, dando especial atención al conocimiento de las labores de administración y de las de producción; estudio de los estados e informes de resultados, clases de productos, tamaños y presentaciones; cantidades producidas en cada una de las líneas de producción de artículos, número de empleados y operarios que prestan sus servicios, e importe de los sueldos y rayas; métodos utilizados en la producción, implicando el conocimiento de cómo se reciben, almacenan y expiden los materiales; como se transforman los materiales; cómo se registra la producción y el tiempo de los trabajadores aplicado a la misma; como se acumulan y prorratan los gastos de producción; como se controla el uso de herramienta, equipo y maquinaria. En una palabra, precisa conocer el funcionamiento de la empresa como unidad económica, dedicando especial atención

al proceso productivo.

Aunque puede iniciarse el análisis de las necesidades de la empresa partiendo por el recibo de materias primas y siguiendo el camino del proceso productivo, el método más utilizado y adecuado es el de principiar por el estudio del departamento de ventas de los productos elaborados, porque en éste departamento es mucho más fácil darse cuenta de cual es la línea de productos más importante en el mercado y cual es la que genera volúmenes de operación mayores y por lo tanto, en la mayoría de los casos, mayores utilidades a la empresa. Esto permite enfocar mejor los recursos en caso de que éstos fueran limitados.

### **Determinación de las ventas.**

Las ventas de una empresa están determinadas por su volumen vendido en un periodo a los diferentes clientes, evaluado al precio de venta para cada cliente.

Deben considerarse, para la determinación de las ventas, los descuentos especiales otorgados de forma normal o regular a los clientes, así como el margen de utilidad mínimo requerido por los clientes para comercializar los productos de la empresa. Además, en ocasiones se otorgan descuentos adicionales por pronto pago o por escalas de volumen que también deben considerarse.

Existen otros factores que afectan las ventas como son los descuentos temporales o promociones especiales.

$\text{Precio de lista} = \text{Precio al público} - \text{Margen del comercio}$

$\text{Ventas realizadas} = \text{Precio de lista} - \text{Descuentos especiales}$

$\text{Ventas netas} = \text{Ventas realizadas} - \text{Descuentos temporales}$

### **Determinación de costos de producción.**

Un costo se define como el empleo de un recurso para pagar un bien o un servicio. Puede decirse que es un "sacrificio" de recursos con el fin de obtener un bien (no activo) o servicio necesario. Los costos se miden en unidades monetarias, y son determinados primeramente de manera elemental por cada bien o servicio separados, después se agrupan de manera que faciliten su administración y control.

El costo de producción es la suma de los costos de materiales empleados en la elaboración de un producto. Este se compone de materia prima y material de empaque, las variaciones de los anteriores y los costos de mano de obra y servicios aplicables de forma directa al costo de un producto terminado.

Costo de material directo  
+ Variaciones  
+ Gastos de manufactura  
+ Gastos generales de fabricación  
+ Costo de distribución  
Costo de la producción

**Costos de materia prima y material de empaque.-** Esta constituido por el valor de todos los materiales que son físicamente identificados como una parte de los productos terminados y que pueden ser asignados a los productos terminados de una manera económicamente factible. Por ejemplo, dos piezas de hierro fundido, madera, láminas de aluminio, son subconjuntos de un ensamble. Los materiales secundarios tales como pernos y pegantes, comunmente no se incluyen como material directo. Esto es porque el costo de determinar la contribución exacta de éstos materiales al producto terminado, no se justifica con los beneficios que pueden obtenerse. Estos materiales son cargados al costo del producto terminado como parte de los gastos generales de fabricación o costos de manufactura.

**Variaciones.-** son debidas a la diferencia existente en las cantidades de cada material utilizadas, respecto de aquellas indicadas en la fórmula autorizada del producto. Estas diferencias están siempre dentro de los rangos permitidos por control de calidad.

**Costos de manufactura.-** Los costos de manufactura se componen generalmente de la mano de obra directa y la parte asignada a cada producto, de los gastos generales de fabricación. La *mano de obra directa* es aquella que puede relacionarse en forma económicamente imputable al producto terminado. Ejemplos de esto son el trabajo de los operarios de las máquinas y de los ensambladores en la línea de producción. El trabajo del personal de seguridad, control de calidad, etc. en una planta, es considerado mano de obra indirecta. Esto es así por la imposibilidad de asignarle trabajo indirecto de manera específica al costo de cada producto por que tambien se incluye en los gastos generales de fabricación. *Los gastos generales de fabricación* son todos los costos de fabricación diferentes al material directo y a la mano de obra directa, que están asociados con el proceso de fabricación. Estos gastos forman parte del costo de producto terminado en una proporción asignada a cada producto de

acuerdo a su productividad y volumen.

**Determinación de gastos generales de fabricación.** Por gastos de producción, desde el punto de vista contable, deben entenderse todos los gastos indirectos indispensables para que la fábrica se encuentre en condiciones de llevar a cabo la producción y los cuales no pueden ser aplicados directamente a la unidad producida ni a un proceso productivo en particular. Tales gastos son la expresión en dinero de la capacidad productiva y se refieren principalmente a las partidas indirectas necesarias para operar, mantener y guardar en forma eficiente la planta y sus equipos.

- a) Trabajo indirecto. comprende el esfuerzo humano dedicado a la dirección, supervisión, inspección y vigilancia del proceso productor en general y que no puede aplicarse directamente a la unidad producida (jefe de producción, supervisores, vigilantes, etc.).
- b) Material indirecto. abarca diversas partidas que no pueden ser cargadas directamente al costo del artículo porque se utilizan en beneficio de la producción general, tales como combustibles, lubricantes, etc.
- c) Gastos indirectos. incluyen un conjunto de servicios conexos como son los del espacio ocupado, de conservación y mantenimiento de los bienes físicos de la planta productiva, la depreciación y aseguramiento contra riesgos de los mismos bienes, de las contribuciones, y en general todas las partidas incurridas en beneficio de la producción en su conjunto.

*Gastos fijos y gastos variables.* Los gastos de producción se clasifican tomando en consideración su grado de variabilidad. Los gastos fijos son aquellos que permanecen iguales independientemente del volumen de la producción (depreciación, contribuciones, seguros, renta, etc.) y los variables son aquellos que aumentan o disminuyen en relación con el volumen de la producción (trabajo indirecto, materiales indirectos, luz, etc.).

*Gastos reales y gastos aplicados.* Los primeros son los erogados en un periodo y se acumulan en la cuenta de control de gastos de producción, los segundos son los que se prorratan al costo del producto terminado.

*Gastos departamentales.* Estos gastos son aquellos en que incurre cada departamento directamente y los que se le aplican a cada uno por diversos servicios indirectos.

*Costos de distribución.* Son todos aquellos costos en que se incurre para hacer llegar el producto terminado hasta los clientes. Se incluyen los costos de fletes, administración y planeación de embarques y, en algunos casos, gastos de almacenaje

cuando se tienen centros de distribución en lugares diferentes al centro de producción.

### **Determinación de gastos de ventas y administración.**

Hasta ahora hemos hablado de los costos de fabricación de artículos o productos terminados pero para hacer un análisis completo de las pérdidas y ganancias de una empresa, deben considerarse también todos aquellos gastos administrativos en que se incurre para realizar la venta del producto. En términos generales, estos gastos son los que comprenden la manutención del personal administrativo, de ventas y de publicidad, así como los gastos en viajes, desarrollo de nuevos productos y mercadotecnia.

*Gastos de ventas.*- Comprenden los gastos realizados por la empresa para mantener una fuerza de ventas de tamaño adecuado, entrenamientos especiales para ventas, viajes e incentivos otorgados al comercio de manera adicional para fomentar su apoyo a los productos de la compañía.

*Gastos de publicidad.*- Son los gastos realizados para dar soporte publicitario a una marca o producto específico. Incluyen los gastos en promociones especiales y en campañas publicitarias en los diferentes medios de comunicación. Como éstos gastos generalmente son realizados de manera específica para un producto, son asignados directamente al costo del mismo.

*Gastos administrativos.*- Se consideran como gastos administrativos todos aquellos gastos que no tienen relación directa con la fabricación de los bienes, las ventas o la publicidad de los mismos, pero que son necesarios para el buen funcionamiento de la empresa. Comprenden los gastos en personal gerencial y administrativo.

### **Determinación de las utilidades de una empresa.**

*Utilidad bruta.*- La utilidad bruta o margen bruto de utilidad es definida como el exceso de ventas sobre el costo de los bienes vendidos. Es decir, no toma en cuenta los gastos administrativos en que incurre la empresa para realizar las ventas sino únicamente los costos del producto terminado y entregado al cliente.

$$\begin{array}{r} \text{Ventas netas} \\ - \text{Costo de Producción} \\ \hline \text{Utilidad bruta} \end{array}$$

**Utilidad antes de impuestos.**- Es la diferencia de las ventas netas al costo total de operación de la empresa. Esto incluye los costos de producción así como los gastos administrativos, de ventas y de publicidad.

Ventas netas  
 - Costo de Producción  
 - Gastos administrativos  
 Utilidad antes de impuestos

**Utilidad neta.**- Es el ingreso neto de una empresa después de realizar todos sus gastos operativos y no operativos, así como de haber cumplido con sus obligaciones fiscales.

En una empresa, deben existir documentos oficiales que comprendan todo o anteriormente explicado, de manera clara y resumida como instrumento vital de trabajo de los directores. A continuación se presenta un estado de resultados de la compañía X para el periodo 1992.

Estado de resultados de la Empresa X para 1992.

Ventas netas (8,000 unidades c/u \$10)	80,000
Costo de la mercancía vendida:	
Inventario inicial de los artículos terminados	0
Costo de los artículos fabricados:	
Materiales directos usados	20,000
Mano de obra directa	12,000
Gastos generales de fabricación:	
Gastos de fabricación variables	2,000
Gastos de fabricación fijos	<u>6,000</u>
Costo de los artículos disponibles para venta	40,000
Inventario final de artículos terminados (2,000 unidades c/u \$4)	<u>8,000</u>
Costo de los artículos vendidos (gasto)	<u>32,000</u>
Margen bruto sobre ventas	48,000
Otros gastos:	
Gastos de ventas y administrativos	30,000
Otros	<u>8,000</u>
Utilidad neta operativa	<u>10,000</u>

\*Ejemplo tomado del libro "Técnico de los Costos" Scatliff Alariste.

## FLUJO DE EFECTIVO

Además de las utilidades como instrumento para analizar la situación de una empresa, es muy importante analizar la caja o el flujo de efectivo que maneja. Esto es porque puede darse el caso de empresas que son muy rentables en cuanto a utilidades se refiere, a pesar de operar en números rojos, es decir que requieren de infusiones de capital o de préstamos para continuar su operación.

El siguiente cuadro muestra la relación que existe entre la utilidad contable y los flujos de efectivo de una empresa.

Se muestra en la sección superior del cuadro la situación de la empresa en su primer año de operaciones. Las utilidades contables son 12, pero el flujo neto de efectivo es 42. Se presenta también, en la parte inferior la situación proyectada. Como se nota las utilidades de un período han sido duplicadas en el siguiente pero el flujo de efectivo ha disminuido gravemente y puede observarse que es debido principalmente a la depreciación.

Flujo neto de efectivo = Ingreso después de impuestos + depreciación

La depreciación es un cargo anual contra los ingresos, que refleja el costo del equipo usado en el proceso de producción. El objetivo de la depreciación es asegurar que el costo de reposición de un equipo o maquinaria haya sido cargado correctamente al costo de cada año durante su tiempo de vida útil.

### Utilidad contable vs. Flujo neto de efectivo.

I Situación en 1984.	Utilidad contable	Flujos de efectivo
Ventas	100	100
Costos sin depreciación	50	50
Depreciación	30	0
Ingreso en operación	<hr/> 20	<hr/> 50
Impuestos	8	8
Ingreso neto	<hr/> 12	<hr/> Flujo efectivo 42

## II Situación en 1990

Ventas	100	100
Costos sin depreciación	50	50
Depreciación	10	0
Ingresos operación	40	50
Impuestos (40%)	16	16
Ingreso neto	24	Flujo efectivo 34

\*Ejemplo tomado del libro "Técnica de los Costos" Scalliel Alatrste

## EFFECTO DEL FLUJO DE EFECTIVO EN LAS UTILIDADES

Puede afirmarse que la diferencia entre la utilidad neta y los cambios en el efectivo en un estado de posición financiera, son el resultado de una combinación de los siguientes factores: el uso de la contabilidad con base en acumulaciones; b) desiciones políticas o sucesos que ocasionaron que cambiaran otras inversiones y obligaciones con terceros, y c) una modificación en el importe en dólares del capital de los propietarios. Estos sucesos ocurren normalmente en las operaciones financieras durante el año fiscal. Los resultados inevitables se convierten en las diferencias a corto plazo en los cambios en la utilidad neta y el efectivo.

Si la utilidad neta de un estado de resultados anual no representa necesariamente un aumento en su flujo de efectivo, se puede preguntar con toda justificación ¿a dónde ha ido la utilidad?. En realidad la medición final de la utilidad neta ocurre después del final del año fiscal de la compañía. Para ese momento ya se habrán tomado desiciones y/o habrán ocurrido sucesos que brinden la respuesta. Durante el año se compran y venden derechos, se realizan cobros de las ventas a crédito, se efectúan pagos a acreedores, ocurren cambios en el capital social y se pagan dividendos. En general, la utilidad periódica de una compañía representa el crecimiento total de las inversiones y/o las reducciones en los pasivos.

## VALOR DEL INVENTARIO

Como explicamos en capítulos anteriores, existe una clasificación de los inventarios según su razón de ser dentro del proceso, pero podemos también describir otra clasificación según el grado de procesamiento que tengan. De esta manera, los clasificamos en tres grandes grupos: 1) Inventarios de materia prima, 2) Inventarios de producción en proceso y 3) Inventarios de producto terminado.

El nivel de inventario de materia prima se ve influenciado por los niveles anticipados de producción, la confiabilidad de los proveedores de materiales y la naturaleza del proceso de producción, como ya hemos mencionado. El inventario de producción en proceso se ve fuertemente influenciado por la longitud del periodo de producción, que es el tiempo que transcurre desde el inicio del procesamiento de la materia prima hasta obtener el producto terminado. El nivel del inventario de producto terminado se ve influenciado por los niveles de producción, capacidad y eficiencia de distribución y los niveles de ventas.

Por lo anterior, podemos decir que las principales determinantes del inventario son:

- a) El nivel de ventas
- b) Longitud y naturaleza técnica del proceso de producción
- c) Durabilidad y condición preceñera de los productos finales
- d) Distribución eficiente de los inventarios
- e) Consecuencias de carecer de algún producto

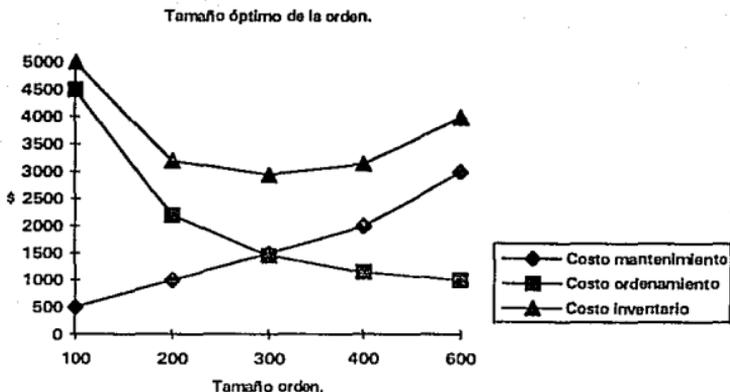
La administración de los inventarios se refiere básicamente a la de los activos de la compañía por lo que se aplican los mismos principios de análisis de efectivo y de activos fijos a los inventarios.

Hay que disponer de un inventario funcional con el objeto de equilibrar los flujos de entrada y de salida de los artículos, el tamaño de este inventario dependerá de los patrones de los flujos.

Es necesario disponer de inventarios de seguridad porque lo inesperado siempre puede ocurrir. Los costos adicionales de mantener este inventario deben ser balanceados con los costos de tener faltantes (ventas perdidas).

Se pueden requerir cantidades adicionales para satisfacer las necesidades futuras de crecimiento, estas se llaman inventarios de anticipación.

La suma de los conceptos anteriores es la base fundamental para determinar la inversión óptima en los inventarios, la cual se ilustra en la siguiente gráfica.



\*Gráfica tomada del libro "Control de la Producción y de Inventarios" G.W.Plossl

Los costos de las interrupciones en la producción causadas por inventarios inadecuados, y las utilidades perdidas como resultado de ventas canceladas por falta de los mismos, se ven minimizadas a medida que se asegura un nivel alto de producto en almacén. Además, los inventarios de gran tamaño pueden llegar a reducir los costos permitiendo que la empresa aproveche descuentos significativos en las compras.

En el diagrama mostrado anteriormente, los costos que disminuyen cuando los inventarios aumentan se designan por la curva declinante mientras que aquellos que aumentan cuando los inventarios disminuyen son designados por la curva decreciente. En el punto en que el valor absoluto de la pendiente de la curva creciente es igual al de la curva declinante, la curva de costo total se encuentra en un mínimo, a este punto se le llama costo marginal y representa el tamaño óptimo de la inversión en inventarios.

Una vez clasificados dentro del proceso aquellos costos que aumentan y aquellos que disminuyen al alterarse los niveles de inventario encontramos tres grandes categorías:

1.- *Costos asociados con el mantenimiento del inventario o costos de mantenimiento (TCC).* Aquí incluimos el costo de capital invertido en inventarios, costos faltantes, seguros, impuestos sobre propiedades, depreciación física y obsolescencia. Para la mayoría de las empresas manufactureras los costos de mantenimiento fluctúan dentro del rango del 25% de la inversión en inventarios.

$$TCC = C * P * A$$

donde C = Porcentaje del costo de mantenimiento  
P = Precio por unidad  
A = Número promedio de unidades

2.- *Costos de ordenamiento (TOC)*. Es el costo de colocar una orden y es fijo por unidad pero varía con el número de órdenes que se coloquen.

$$TOC = V * N$$

donde V=Costo por orden de la compañía (ordenamiento, embarque y recepción).  
N=Número de órdenes colocadas

3.- *Costos totales del inventario (TIC)*.

$$TIC = TCC + TOC$$

## CAPITULO VI

### DRP (DISTRIBUTION RESOURCE PLANNING)

#### LOGICA DEL SISTEMA

DRP<sup>1</sup> es un proceso de administración que determina las necesidades de inventario en cada lugar (una tienda, un centro de distribución regional o central, un centro productivo, etc.) y se asegura de surtir los recursos que será necesario tener para cubrir la demanda. Este proceso será cubierto en tres fases.

##### 1. Recepción de información.

- Pronóstico de ventas por código de producto y por localidad
- Ordenes de clientes para entregas inmediatas y futuras
- Inventario disponible para su venta por código de producto y localidad
- Compras extraordinarias
- Tiempos de producción, compra de materiales y logística
- Tipos de transporte usado para las entregas
- Buffers de inventario

##### 2. Generación de modelos de tiempos.

En ésta fase DRP genera un modelo tiempo - fase de todos los recursos requeridos para soportar la logística. Este modelo incluye:

- Qué producto es necesitado, cuánto, donde y cuándo es necesitado.
- Necesidades de transportación, tanto en capacidad como en tipo de la misma.
- Necesidades de espacio, mano de obra y equipo.
- Inversión del inventario requerido por localidad y en total.
- Nivel requerido de producción y/o compras por producto y por proveedor.

<sup>1</sup> A.J.Martín imparte el curso "DRP" en Cincinnati, Ohio USA y en Toronto, Canadá.

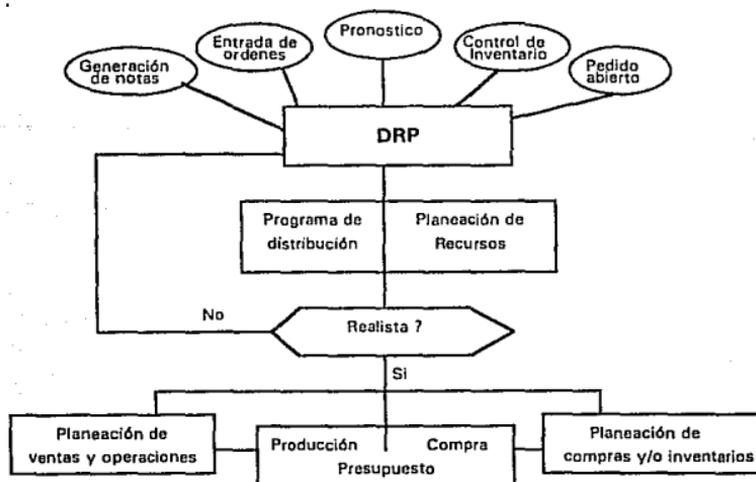
### 3. Integración del ciclo.

DRP compara los recursos requeridos con lo que está disponible en el momento y con lo que habrá en el futuro. Después de esto recomienda qué acciones deben ser tomadas sincronizando a sus proveedores con la producción y a su vez con la demanda. La tercera fase obliga a una integración y retroalimentación dentro del sistema cerrando el círculo entre manufactura, compras, logística, distribución y clientes.

La lógica de éste sistema es sumamente simple y al mismo tiempo muy poderosa. Su fuerza no está en los cálculos matemáticos sino en la habilidad de todo el sistema que, mediante modelos tiempo - fase, predice posibles picos, analiza actividades sobre la marcha, y recomienda planes de acción.

Este es un ejemplo de como trabaja ésta lógica. Asumamos que somos el gerente de existencias en una tienda, y nos hacemos la pregunta ¿Cuándo vamos a quedarnos sin producto? La información que tenemos nos dice que venderemos a un ritmo de 200 piezas por semana. Tenemos 500 a la mano y 600 en tránsito que arribarán a la tienda la próxima semana. Si nos preguntamos cuánto durará el inventario, muy probablemente la respuesta será aproximadamente cinco y media semanas. En pocas palabras así es como trabaja el DRP. El siguiente diagrama muestra el proceso completo que sigue el DRP:

Fig. 1



## OPERACION DEL DRP

Las matemáticas del DRP son muy simples. veamos un ejemplo de cómo trabaja el DRP con el objeto de planear embarques a una localidad. Esta compañía produce, distribuye y vende productos farmacéuticos y distribuye una red de seis tiendas reexpedidoras. Específicamente vamos a tratar el caso de la planeación para frascos de vitamina C con capacidad de cien tabletas cada uno. La tienda de La Lupita tiene 500 frascos de este producto, 200 como inventario de seguridad y un pronóstico de ventas que varía entre 80 y 120 frascos por semana.

Fig. 2.

	La Lupita								
	pedido vencido	1	2	Semana 3	4	5	6	7	8
Pronóstico		100	120	90	110	120	100	80	120
En tránsito									
Disponible	500	400	280	190	80	-40			

En esta tabla (fig. 2) el balance del disponible proyectado es determinado por simples operaciones descritas con anticipación. Esta lógica divide el balance disponible en cantidades pronosticadas para cada semana. Al principio de la primera semana, por ejemplo 500 son disponibles, el pronóstico de ventas de esta semana es de 100 el cual es restado de las 500 disponibles dejando un balance proyectado de 400 al inicio de la siguiente semana. El siguiente mecanismo se repite a través de todo el programa. El balance del disponible proyectado queda por abajo del inventario de seguridad de 200 en la semana 3, en cuyo punto la tienda probablemente quede sin inventario y sin satisfacer la demanda en la semana 5.

En este ejemplo no hay producto en tránsito, pero si lo hubiera el producto en tránsito sería sumado al balance proyectado del disponible en la semana en que este tuviera que llegar. La situación mostrada en este ejemplo nos dice qué ocurriría si nada es embarcado desde el proveedor. El gerente de la tienda necesita más del producto entregado en la tercera semana para guardar el balance y no quedar por abajo del nivel de seguridad, lo que significa también que más producto debe llegar hacia la semana 5 para poder satisfacer toda la demanda. El tiempo de reemplazo de la vitamina C en la tienda "La Lupita" es de dos semanas y normalmente son embarcadas 300 botellas. Luego entonces un embarque de 300 unidades debe llegar en la semana 3 para prevenir que el inventario quede por debajo del inventario de seguridad, y si el tiempo de reemplazo es de dos semanas, el embarque debe ser ordenado al proveedor en la semana 1. La siguiente figura (fig. 3) incluye esta orden futura en los renglones de embarques planeados. Una muestra el embarque planeado en la fecha programada para llegar a la tienda (fecha de recepción) y la otra muestra el mismo embarque planeado en la fecha que debe ser embarcada por el proveedor

(fecha de embarque). Los embarques planeados ofrecen existencias suficientes para durar hasta la semana ocho, y la tienda tendrá producto por arriba del nivel de seguridad hasta la semana 6, luego entonces otra orden debía ser surtida en esta semana, para lo que el proveedor la tendrá que embarcar en la semana 4. La figura 4 muestra el panorama completo del manejo de la vitamina C en la tienda "La Lupita".

Fig. 3

	La Lupita								
	pedido vencido	1	2	Semana 3	4	5	6	7	8
Pronóstico		100	120	90	110	120	100	80	120
En tránsito									
Disponibles	500	499	280	490	380	260	160	80	-40
Emb. planeados- Fecha de recepción				300					
Emb. planeados - Fecha de embarque		300							

Fig. 4.

	La Lupita								
	pedido vencido	1	2	Semana 3	4	5	6	7	8
Pronóstico		100	120	90	110	120	100	80	120
En tránsito									
Disponibles	500	400	280	490	380	260	460	380	260
Emb. planeados- Fecha de recepción				300			300		
Emb. planeados - Fecha de embarque		300			300				

Hasta aquí hemos visto como funciona el DRP para una sola tienda, vamos a manejar ahora el análisis para todas las tiendas que manejan vitamina C (el ejemplo incluye seis tiendas). En el caso de la tienda "Mi Esperanza" mostrada en la figura (fig 5) existe una orden en tránsito por 150 unidades. La orden fué embarcada por

que el tiempo de entrega es de dos semanas y está programada para llegar en la semana 2. La cantidad en tránsito es agregada al balance proyectado de existencias en la semana en que la orden debe llegar. El administrador de la tienda ahora puede ver que material está en tránsito y cuando debe esperarlo.

	Pedido vencido	Mi Esperanza Semana							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Pronóstico		40	50	45	50	40	45	40	50
En tránsito			150						
Disponibles	160	120	220	175	125	85	190	150	100
Emb. Planeados - Fecha de recepción							150		
Emb. Planeados - Fecha de embarque					150				

Para la tienda "La Gloria" (fig. 6) se tiene una orden retrasada. Esta es la orden planeada por 300 unidades que aparece en el período pasado.

	pedido vencido	La Gloria Semana							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Pronóstico		120	130	115	125	140	110	125	105
En tránsito									
Disponibles	300	180	350	235	110	270	160	335	230
Emb. planeados - Fecha de recepción			300			300		300	
Emb. planeados - Fecha de embarque	300			300	300				

Podría haber varias razones para tener una orden retrasada. Probablemente las ventas fueron mas grandes que lo pronosticado, por lo que el producto fué necesitado en la tienda antes del tiempo esperado o nuestro proveedor no embarcó a

tiempo nuestra orden. Para un caso como éste, gracias a la panorámica de la situación que el DRP nos proporciona, puede determinar cuándo su proveedor no está embarcándole a tiempo, y detecta este problema mucho antes de que ocurra un problema de desabasto de inventario.

Fig. 7.

	pedido vencido	Pinocho							
		Semana							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Pronóstico		20	25	15	20	30	25	15	30
En tránsito									
Disponibles	140	120	95	80	60	180	155	140	110
Emb. planeados - Fecha de recepción						150			
Emb. planeados - Fecha de embarque			150						

Fig. 8.

	pedido vencido	Casa Mercantil							
		Semana							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Pronóstico		25	15	20	25	20	20	25	15
En tránsito									
Disponibles	120	95	80	60	185	165	145	120	105
Emb. planeados - Fecha de recepción					150				
Emb. planeados - Fecha de embarque				150					

Fig. 9.

	pedido vencido	Super 8							
		Semana							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Pronóstico		105	115	95	90	100	110	95	120
En tránsito									
Disponibles	400	295	180	385	295	195	385	290	170
Emb. planeados - Fecha de recepción				300			300		
Emb. planeados - Fecha de embarque				300			300		

En las figuras 7 y 8 los pronósticos para todas las tiendas son casi los mismos de una semana a otra. Si nos basáramos en ésto, pensaríamos que la demanda que recibe el proveedor será muy estable también, pero en realidad ocurre lo contrario, la fig 9 ilustra ésto muy bien, donde observamos que la demanda en la semana 2 es de sólo 150 y en la semana 3 brinca hasta 750.

Las situaciones de las tiendas "Pinocho", "Casa Mercantil" y "Super 8" mostradas en las figs. 7,8 y 9 es similar a la tienda "La Lupita". No hay nada en tránsito pero existen varios embarque planeados del proveedor a las tiendas. La tienda "Super 8" está en la misma ciudad que el proveedor por lo que su tiempo de entrega es solamente un día. Los tiempos de entrega, cantidades ordenadas, y los inventarios de seguridad son diferentes para cada tienda, por lo que cada tienda puede ser programada independientemente si así lo decide. Además los tiempos de entrega, cantidades ordenadas e inventarios de seguridad pueden ser para diferentes productos en la misma tienda, ya que de cada producto en cada tienda puede ser programado independientemente. Como se puede ver el DRP da a la gente que opera el sistema completa, flexibilidad para programar cualquier cosa en cualquier localidad.

Fig. 10.

	pedido vencido	Sumario de embarques planeados a las tiendas							
		Semana							
		1	2	3	4	5	6	7	8
La Lupita		300			300				
Mi Esperanza					150				
La Gloria	300			300		300			
Pinocho			150						
Casa Mercantil				150					
Super 8				300			300		
Totales	300	300	150	750	450	300	300	0	0

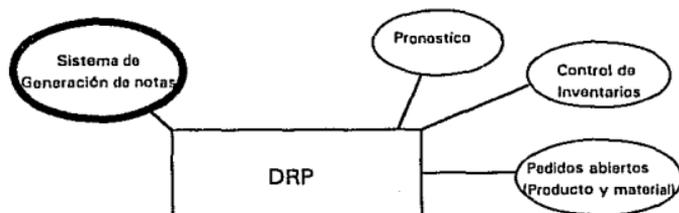
La demanda inestable es una de las razones por las cuales es importante tener completa visibilidad del sistema logístico. Una demanda tan inestable como la mostrada en la figura anterior hace que nuestros planeadores y compradores de materia prima no tengan la facilidad de poder saber qué van a necesitar y cuándo lo van a necesitar, así como cuándo debe ser embarcado para cubrir las necesidades de todas las tiendas. Sin DRP los compradores deberían usar promedios aún y cuando la demanda real sea variable. DRP da una gran visibilidad de toda la red de distribución y permite a los compradores planear realísticamente. Mientras mejor visión se tenga, de lo que las tiendas necesitarán en el futuro, habrá mayor capacidad para cubrir las necesidades y resolver problemas antes de que estos le cuesten al sistema.

## FLEXIBILIDAD A TRAVES DEL DRP

DRP puede acomodar las restricciones que rodean a cualquier negocio. La meta última del DRP es simular el mundo real de manera que se proyecte una imagen verdadera de lo que la compañía hace y planea hacer en un futuro.

La habilidad de representar el propio entorno de la compañía está en función de lo que el sistema de información de DRP alimenta a través de un módulo de generación de notas de embarque que se esquematiza a continuación.

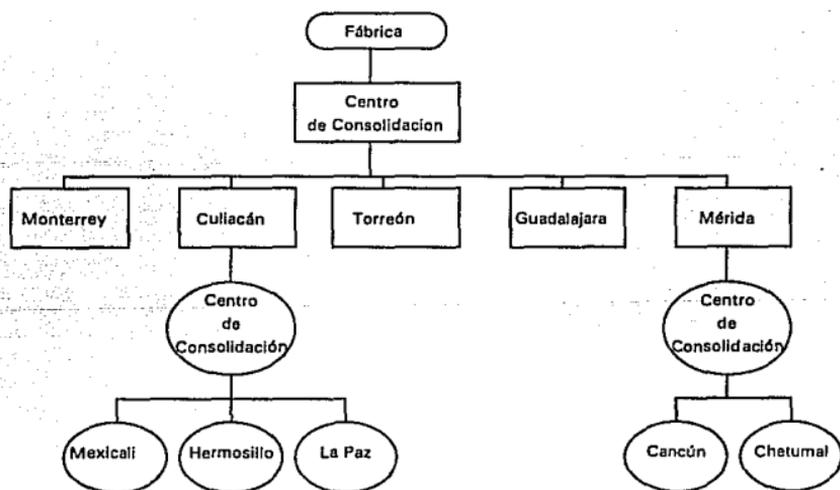
Fig. 11.



Los usuarios de éste modelo definen la red futura de distribución indicando cuántos centros de distribución quieren manejar, quiénes son los proveedores de recursos, qué productos se almacenarán en cada centro de distribución, qué sistema de transportación será usado, así como la frecuencia y el tamaño de los embarques.

En algunas ocasiones solo es necesario un centro de distribución, en cuyo caso no se habla de una red, pero pueden existir sistemas de varios niveles. Se presenta un caso de tres niveles, cuya complejidad de red necesita que DRP, a través del sistema de generación de notas provea de información actualizada y confiable.

Fig. 12.



\*Este modelo es el que siguen las empresas de productos de consumo líderes en la materia

## ADMINISTRACION DE EVENTUALIDADES.

Un beneficio importante que la visión de DRP provee es la habilidad de reaccionar al cambio. Como hemos descrito en el presente capítulo, la naturaleza de las redes de abastecimiento en la industria están en constante cambio. El cambio más significativo ocurre cuando las ventas realizadas difieren de lo pronosticado. Este tipo de eventos no son un problema para DRP porque el sistema no solo planea para cada centro de distribución y cada tienda sino que además corrige posibles errores redefiniendo el sistema continuamente con base en lo ocurrido. En un sistema de DRP las características de cada tienda y/o nivel son recalculadas cuando menos una vez a la semana aunque los sistemas más evolucionados tienen capacidad de replanear en base diaria.

### DRP VS. PUNTO DE REORDEN.<sup>1</sup>

En capítulos anteriores explicamos cómo trabaja el sistema de punto de reorden. Mostraremos las diferencias que existen con DRP y los problemas que pueden ser evitados utilizando este último. Para hacer la comparación utilizaremos el siguiente ejemplo:

Se trata de una compañía con tres centros de distribución que se abastecen desde otro central, lo cual es representativo de la mayoría de las plantas productivas. En este ejemplo, Super 8, Mi Esperanza y La Gloria son surtidas desde el mismo lugar y utilizan junto con el centro de distribución central la fórmula de punto de reorden tanto para controlar el inventario como para ordenar el material. Los centros de distribución utilizan un sistema computarizado de control de inventarios que de manera dinámica actualiza los puntos de reorden y los inventarios de seguridad. Utilizan para esto los cambios ocurridos en la demanda contra lo pronosticado. Además, los tamaños de las ordenes son calculados con base en un periodo de cuatro semanas para cada centro de distribución. Cada centro de distribución actualiza sus datos y hace las decisiones de compra cada lunes tomando en cuenta las ventas de una semana anterior y el inventario existente.

En éste ejemplo (fig 13), las cosas se ven bien para la planta central porque se tienen 1170 piezas disponibles sobre un punto de reorden de 1150. Cuando el inventario alcanza los 1149 piezas o menos, se coloca una orden a la planta productora, la cual es de 2200 piezas como mínimo y el tiempo de entrega es de 3 semanas.

<sup>1</sup> La comparación solo trata de hacer ver ventajas directas de un sistema sin menospreciar el otro.

Ahora revisemos lo que sucede en los centros de distribución. Siendo lunes en la mañana, la computadora acaba de imprimir la información, nuestro sistema recomienda el envío de dos ordenes, una para Super 8 y la otra para La Gloria. Cada uno de estos centros de distribución se encuentra por debajo de su punto de reorden; para Mi Esperanza no se sugiere ninguna orden. El departamento de logística revisa la recomendación y levanta dos ordenes para Super 8 y La Gloria de 500 unidades cada una. El lunes en la tarde, ambas ordenes son transmitidas electrónicamente hacia los centros de distribución y tardarán un periodo de tres días para ser embarcadas.

Ahora es viernes en la mañana y el inventario ha sido actualizado y muestra un disponible de 170 piezas. La computadora recomienda levantar una orden de 2200 piezas a la planta productora. Esa misma tarde, se recibe otra orden para Mi Esperanza de 200 piezas. Recuerdese que Mi Esperanza se encontraba bien el lunes, pero ahora las ventas han llegado cerca de lo pronosticado y han alcanzado al punto de reorden.

fig 13

	Modelo de punto de reorden		
	Super 8	Mi Esperanza	La Gloria
Existencias	225	164	350
Pronostico semanal	115	47	125
Punto de reorden	345	141	375
Tamaño de la orden	500	200	500
Tiempo de entrega	2 semanas	2 semanas	2 semanas
		Centro de distribución	
Existencias		1170	
Punto de reorden		1150	
Tamaño de la orden		2200	
Tiempo de entrega (fabrica)		3 semanas	

Obviamente no se puede embarcar toda la orden porque estamos cortos en 30 unidades, notese que se requiere embarcar 1200 incluyendo las 200 que requirió Montreal al final del día, y solo se tienen 1170. Aun contando con que ya se han ordenado 2200, el producto no estará disponible hasta 3 semanas despues. Lo anterior nos obliga a hacer dos cosas, la primera es avisar que solo se podrán embarcar 1170 piezas y la segunda agilizar en lo más posible la orden ya colocada. En este momento el sistema no cuenta con existencias. Lo que un día se veía bien, al siguiente día mostraba una realidad muy diferente.

fig 14

Modelo de punto de reorden			
	Super 8	Mi Esperanza	La Gloria
Existencias	225	330	880
Pronostico semanal	115	47	125
Punto de reorden	345	141	375
Tamaño de la orden	500	200	500
Tiempo de entrega	2 semanas	2 semanas	2 semanas
Centro de distribución			
Existencias		1600	
Punto de reorden		1150	
Tamaño de la orden		2200	
Tiempo de entrega (fabrica)		3 semanas	

El punto de reorden no tiene la capacidad de mostrar la realidad completa en el momento adecuado lo que lo hace ser un sistema reactivo y no previsor.

Con DRP, hemos planeado embarques para estos centros de distribución que están dentro del tiempo correcto como se ve en las tablas siguientes.

		Super 8							
		Semana							
	pedido vencido	1	2	3	4	5	6	7	8
Pronóstico		115	115	115	115	115	115	115	115
En tránsito									
Disponible	225	110	495	380	265	150	535	420	305
Emb. planeados - Fecha de recepción			500				500		
Emb. planeados - Fecha de embarque	500				500				

		La Gloria							
		Semana							
	pedido vencido	1	2	3	4	5	6	7	8
Pronóstico		125	125	125	125	125	125	125	125
En tránsito									
Disponible	350	225	600	475	350	225	600	475	350
Emb. planeados - Fecha de recepción			500				500		
Emb. planeados - Fecha de embarque	500				500				

	pedido vencido	Mi Esperanza Semana							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Pronóstico		47	47	47	47	47	47	47	47
En tránsito									
Disponible	164	117	70	223	176	129	82	235	188
Emb. planeados- Fecha de recepción				200					
Emb. planeados - Fecha de embarque		200				200			

En otras palabras, el punto de reorden nunca mostró el problema que el DRP pudo prever.

## **CAPITULO VII**

### **SISTEMA DE REEMPLAZO DE PRODUCTO TERMINADO COMO SOLUCION**

En este capítulo se propone una solución para vencer todos los obstáculos a los que se enfrenta el ingeniero encargado de coordinar a toda la organización de suministro de productos, así como los criterios de decisión para vencer los conflictos que se presentan en las partes productivas de dicha organización.

El "Sistema de Reemplazo de producto terminado" es sólo la conjugación lógica de cada uno de los puntos tratados durante el desarrollo de esta Tesis.

Después de leer el capítulo 1, entendemos que la "Teoría de restricciones" le define a este sistema cual es la pauta para lograr el óptimo de productividad, e indica el recurso a ser administrado para concatenar al proceso productivo completo.

Este sistema con ayuda del criterio humano es capaz de controlar todos los inventarios del ciclo productivo (tanto materias primas como productos terminados) y planear la producción, bajo el principio de tener el menor inventario posible sin que éste sea un freno para incrementar el flujo de ventas cuando el mercado así lo requiera.

El corazón del sistema, como se explicará más adelante, tiene su fundamento en la correcta aplicación de técnicas de pronóstico adecuadas, pero no quiere decir que sea un sistema inflexible cuando se presentan cambios.

El manejo de la información y procesamiento de la misma está fundamentado en la filosofía que utiliza DRP como principio.

## **Objetivo del Sistema de Reemplazo de Producto Terminado.**

Este sistema se usa para que toda la organización de suministro de productos de cualquier compañía tenga conocimiento de lo que su mercado está demandando en ese momento, y pueda coordinarse para la producción de los bienes que podrán ser colocados en el mercado y facturados a corto plazo sin recurrir a gastos y costos de actividades cuya retribución inmediata no esté comprobada.

## **Implementación del Sistema de Reemplazo de Producto Terminado.**

1. Como primer paso se necesita una estructura de información confiable y en base diaria. Se debe tener siempre a la mano información actualizada sobre inventarios en piso y en tránsito, pronóstico de producción y pedidos registrados por ventas en todos y cada uno de los centros de distribución existentes.

La información sobre inventarios será la herramienta mas importante para lograr un equilibrio entra la capacidad del sistema de distribución y los pedidos registrados que deben cubrirse. Para éste caso, es muy común utilizar el término de coberturas, el cual indica cuántos días de inventario se tienen en el centro de distribución.

$$\text{Días de Cobertura} = \frac{\text{Inventario total}}{\text{Pedidos diarios promedio}}$$

Es importante que esta consideración sea hecha sobre inventario disponible, esto es, el inventario físico mas el producto en tránsito menos el producto que ya haya sido comprometido por pedidos anteriores ya levantados y pendientes de entregar.

La información del pronóstico de producción es necesaria sobre todo en los sistemas cuya demanda excede la capacidad de producción de la planta. Cabe mencionar que para hacer más eficiente el sistema es importante que el pronóstico tenga un nivel aceptable de confiabilidad, si no, es mejor no hacer uso de esta información. Este pronóstico se utiliza en el centro de acopio central que es el lugar desde el cual va(n) a ser alimentado(s) el (los) centro(s) de distribución.

Los pedidos registrados por ventas se analizan durante lapsos de tiempo

previamente definidos para validar los niveles de inventario propuestos en cada uno de los centros de distribución (buffers de inventario), y actualizar la información de las coberturas.

Un buen manejo de esta base de datos eficientará nuestros recursos de distribución (unidades de carga, espacios en bodega, andenes, horas hombre, etc.).

2.- El segundo paso consiste en tener un sistema computacional donde se centralice y procese la información de manera rápida. Como el sistema de reemplazo de producto terminado responde a necesidades diarias, es una gran ventaja que las bases de datos de todos los centros de distribución se organicen por computadora y se transfieran directamente a la central ya que la velocidad de respuesta es un factor clave en el desempeño adecuado del sistema.

Es importante que este sistema sea ciento por ciento confiable, por lo que conviene analizar la inversión del equipo hardware, para que llene las expectativas actuales y futuras en capacidad y velocidad del manejo de las bases de datos y procesos de cálculo para los algoritmos de distribución; así como la elección del software que mas convenga, buscando la compatibilidad de éste con los sistemas que estén ya implementados por la compañía.

3.- Como tercer paso, es necesario utilizar la base de datos creada en el punto anterior para realizar un análisis de todo el proceso y determinar así, el *cuello de botella* o *restricción* del sistema. Esto nos ayudará a definir la estrategia para la creación del mecanismo de *cuerda* que asegurará que nuestro sistema tenga todos sus elementos trabajando hacia la misma meta.<sup>1</sup>

Conviene siempre que nuestro *cuello de botella* quede dentro de la parte que puede ser controlada por los administradores del sistema y no por agentes externos. De esta manera, será factible tomar decisiones que ayuden a la empresa durante cada necesidad circunstancial que se presente, por ejemplo: Necesidad de mayor flujo de efectivo, nuevas iniciativas de mercado, estrategias de defensa contra la competencia, etc.

En la mayoría de las empresas se utiliza el nivel de inventarios como *Buffer* del sistema aunque, dependiendo de características como rentabilidad del producto o capacidad operativa, los buffers pueden estar en la demanda o en alguna parte del proceso productivo. Para fines de este capítulo, nos referiremos unicamente al cálculo de los *Buffers* desde el punto de vista del inventario. Queda en esta parte entendido que todo el sistema se moverá regido por la demanda, que será el *Tambor* de éste y que los esfuerzos de todo este proceso productivo estarán encaminados a servir al cliente.

<sup>1</sup> Capítulo 1. Teoría de Restricciones

4.- Este paso es la parte fundamental y la que dará vida a todo el sistema de reemplazo de producto terminado ya que consiste en la definición de los buffers para mantener un punto de equilibrio preciso en el costo de inventarios.

**Definición de los buffers.** Primeramente un buffer se calcula de manera teórica y consiste en dos partes diferentes:

a) El inventario necesario para cubrir la demanda en el centro de distribución, el cual deberá existir siempre como inventario en piso del centro de distribución. El cálculo de éste se obtiene de tratar estadísticamente las bases de datos previamente realizadas.

b) El inventario que sirve para cubrir los tiempos de tránsito. Es importante contar con líneas de transporte confiables en cuanto a los tiempos de tránsito hacia los centros de distribución. Esto es para asegurar que el inventario necesario para cubrir las variaciones en tiempo de tránsito y su factor de riesgo sea mínimo.

El nivel del "Buffer" de producto terminado será el indicador de lo que estará programándose en las cédulas de producción. Para soportar una producción continua de los requerimientos es necesario manejar también "Buffers" de materia prima, pero que estarán determinados por el movimiento del nivel de los de producto terminado (MRP).

5. Es muy importante añadir el criterio humano a la lógica del sistema de la computadora en la toma de decisiones diarias. Para esto, es indispensable que los operadores de este sistema estén perfectamente entrenados y tengan acceso a toda la información necesaria.

También hay que trabajar en la cultura de la gente que maneja el sistema es decir, que todos los operadores estén concientes de lo que implica cada una de sus decisiones. y que son los responsables de señalar un area de oportunidad cuando ésta se presenta. Serán ellos también los responsables de cubrir los requerimientos de distribución de las nuevas iniciativas, y administrar las situaciones especiales.

Este sistema propone utilizar la teoría de restricciones para definir el proceso y ensamblar los criterios de MRP con los de DRP para que toda la organización de suministro de productos se maneje bajo la misma secuencia lógica y sus esfuerzos no se vean disminuídos por no tener la misma visión e ir en la misma dirección.

Aunque este principio es realmente muy simple, el desgaste para unificar a toda una cadena productiva es enorme, ya que hay que vencer barreras interdepartamentales y culturales creadas durante mucho tiempo. Por ejemplo, mientras el departamento de Ventas presiona al sistema a sobreinventariarse para cubrir toda la demanda sin ningún problema, el departamento de Manejo de

Materiales presiona al sistema a reducir costos minimizando el nivel de inventario; mientras el departamento de Manufactura se inclina por las versiones grandes por hacer éstas mas eficientes el proceso, el mercado solicita las versiones pequeñas.

Una idea mas evolucionada sobre el "Sistema de Reemplazo de Producto Terminado" es la de llevar la cadena hasta el nivel de inventario que manejan las bodegas de nuestros clientes, de manera que las ordenes que se levanten se elaboren de manera automática, y pueda este sistema asegurarnos que los productos siempre van a estar presentes en el mercado.

### Algoritmo de envío.

El sistema funciona de la siguiente manera. La planta se encargará de abastecer una Bodega Central o "Centro de Acopio", y ésta a su vez abastecerá a todos los "Centros de Distribución" los cuales son los encargados de hacer llegar el producto a los clientes.

Se definirá un Buffer para el Centro de Acopio tomando como base la demanda histórica que ha tenido de todos los Centros de Distribución (sus clientes en este caso), y se definirá otro Buffer para cada Centro de Distribución.

Para un sistema de envío diario podemos definir los buffers de la siguiente manera:

$$\text{Buffer} = \text{Buffer piso} + \text{Buffer tránsito}$$

$$\text{Buffer piso} = (X + \sigma(\text{dst}X) + \sigma(\text{dst}Y))$$

$$\text{Buffer tránsito} = Y$$

X = Demanda diaria promedio

$\sigma$  = Factor de proteccion estadístico

dstX = Desviación estándar de la demanda

Y = Tiempo promedio en tránsito

dstY = Desviación estándar de tiempos de tránsito.

<sup>1</sup> Este sistema puede tener variantes dependiendo de las necesidades del mercado en cuestión, el sistema aquí propuesto sigue en estudio y prueba.

El nivel de los Buffers se divide en tres zonas: la zona "verde" que es cuando un Buffer tiene entre 70% y 110% de su nivel de inventario (El sistema debe estar diseñado para que nunca se rebase el 110%); la zona "amarilla" que es cuando un Buffer tiene entre 40% y 69%; y la zona "roja" que es cuando un Buffer tiene menos del 39% del nivel de inventario.

El cálculo del requerimiento de envío se define de la siguiente manera:

$$\text{Requerimiento (R)} = \text{Buffer} - \text{Inventario (I) disponible}$$

$$\text{Inventario} = \text{I físico} + \text{I tránsito} - \text{Demanda}$$

La Organización de Suministro de Producto tiene como objetivo el mantener todos los Buffers al 100% de su nivel. Pero cuando por alguna razón se presenta escasez en algún producto el sistema tenderá a manejar el mismo nivel de Buffer y por lo tanto el mismo nivel de servicio en todos los puntos de venta.

Cuando hay escasez el sistema comienza por distribuir producto al Centro de distribución con el nivel de Buffer más bajo, hasta que iguale el nivel de Buffer del Centro de Distribución con el siguiente nivel, y así seguirá repartiendo hasta igualar a un tercero y subsecuentemente. (siempre partiendo de los niveles más bajos a los más altos).

Cuando el nivel del buffer se encuentra en la zona verde significa que el proceso de reemplazo de producto está funcionando correctamente y nos asegurará que no tendremos demanda no cubierta ni disminución de nuestro nivel de servicio. Cuando el nivel se encuentra en la zona amarilla, tendremos alta probabilidad de no cubrir la demanda y de proporcionar un mal servicio a nuestros clientes. Y, por último, si el nivel del buffer se encuentra en la zona roja, es seguro que no se cubrirá la demanda del mercado y que se corre el riesgo de perder parte de éste.

El sistema debe estar preparado para reaccionar con un procedimiento de emergencia cuando los niveles del buffer estén por debajo de la zona verde. Siendo los buffers calculados teóricamente utilizando datos históricos como base, como ya se explicó antes, existe la probabilidad de que no estén preparados para reaccionar a cambios del mercado, por lo que el ajuste de estos debe ser un proceso dinámico y continuo. Un buffer que se encuentre la mayor parte del tiempo por arriba del 95% de su nivel, puede estar calculado por arriba de las necesidades reales del centro de distribución y deberá ser ajustado para evitar tener un sobrecosto en el proceso. De la misma manera, un buffer que esté la mayor parte del tiempo debajo del 75% de su nivel, puede ser un buffer que no cubre las necesidades de ese punto de venta, y de igual manera deberá ser ajustado.

### Reporte de Coberturas

Producto	I promedio	I disp.	Días de cobertura
Tubo 453	48	35	0.73
Tubo 762	75	102	1.36

### Nivel de Buffer

Producto	I disp.	Buffer	%	Color
Tubo 453	35	56	62%	AMARILLO
Tubo 762	102	94	108%	VERDE
Tubo 921	22	159	13%	ROJO

Lo anterior, muestra que es importante tener todos los reportes necesarios para monitorear el sistema día a día y asegurarnos de su eficaz funcionamiento. Un ejemplo de algunos de los reportes más útiles son el reporte de *coberturas* y el reporte de *nivel de buffer*.

A pesar de que el sistema debe estar diseñado para reaccionar automáticamente dependiendo del caso que se trate, el tener todos los días la información a manera de reporte, es una herramienta importantísima para conocer el comportamiento de cualquier mercado y detectar a tiempo algún área de oportunidad.

Este sistema continúa buscando el hacerse más eficiente y útil para las empresas que lo utilizan, los autores de ésta tesis estamos convencidos que es el primer paso de un proceso evolutivo que terminará cuando los mercados dejen de cambiar.

## CONCLUSIONES

El Sistema de Reemplazo de Producto Terminado (SRPT) provee de una herramienta poderosa a la empresa moderna, principalmente a la enfocada en la producción de bienes de consumo, ya que permite que todos los esfuerzos del aparato productivo estén en línea con las necesidades prioritarias de la empresa.

El SRPT es más que sólo un sistema de administración de inventarios, es una directriz para toda la organización de suministro de productos. Identifica y elimina los posibles mal entendidos entre las organizaciones productivas y los departamentos financieros y/o de ventas.

Si bien, éste sistema no es más que la consecución lógica de diferentes procesos de administración ya existentes: la Teoría de restricciones; MRP y MPS, DRP y el buen manejo de los principales indicadores financieros, si es novedosa la forma de presentarlos y concatenarlos.

Este sistema permite a la empresa competir en todos los mercados sin exponerla a sufrir falta de liquidez por éste motivo.

Para un gerente de planta, el SRPT se convierte en la columna de su sistema de administración, porque, además de proveerle información actualizada sobre inventarios y las tendencias de movimiento de éstos, es un soporte para la toma de decisiones en su operación de día a día. Le permite hacer el mejor uso del tiempo de su gente y de los recursos materiales de que dispone. Este sistema es también útil en la elaboración del presupuesto del que dispondrá la planta durante todo un ciclo y en la optimización del uso de recursos escasos.

Es por eso que el uso de este sistema pone a las empresas con un pie adelante de otras en la lucha por los mercados y las defiende de los desabastos en anaquel, los principales devoradores de la participación en el mercado, a que se ven sujetas la mayoría de las empresas de productos de consumo.

Los mercados modernos, incluyen dentro del concepto *calidad* no solo que los productos den los mejores resultados en su uso, sino que también éstos estén disponibles en la presentación deseada y en el momento que se les necesite. Los productos que logren satisfacer las necesidades de sus mercados en todos estos aspectos, indudablemente se verán con una ventaja competitiva sobre el resto, lo que les permitirá seguir avanzando cada día en la lucha por dichos mercados.

## BIBLIOGRAFIA

Elwood S. Buffa / William H. Taubert  
Sistemas de Producción e Inventario - Planeación y Control  
Editorial Limusa/Noriega  
México, 1990.

André J. Martin.  
DRP, Disrtibution Resource Planning - Distribution management's  
most powerful tool.  
The Oliver Wight Companies  
U.S.A. 1990.

J.H. Rossell / W.W. Frasure / D.H. Taylor  
Contabilidad de Costos - Un enfoque administrativo  
Nueva Editorial Interamericana - 3a. Edición  
México, 1984

Charles, T. Horngren  
Contabilidad Administrativa - Introducción  
Prentice Hall Hispanoamericana - 5a. Edición  
México, 1983

F.J. Weston / E.F. Brigham  
Fundamentos de Administración Financiera  
Nueva Editorial Interamericana - 7a. Edición  
México, 1987

George W. Plossl  
Control de la Producción y de Inventarios - Principios y técnicas  
Prentice Hall Hispanoamericana - 2a. Edición  
México, 1987

**K. Roscoe Davis / Patrick G. McKeown**  
**Modelos Cuantitativos para Administración**  
**Grupo Editorial Iberoamericana**  
**México, 1986**

**Sealtiel Alatrste**  
**Técnica de los Costos**  
**Editorial Porrúa**  
**Mexico, 1990**

**Eliyahu M. Goldratt / Jeff Cox**  
**The Goal - A Process of Ongoing Improvement**  
**Eli Goldratt, Edición revisada**  
**U.S.A. 1986**