

**PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION**  
**INSTITUTO TECNOLOGICO METROPOLITANO**  
**INGENIERIA EN PRODUCCION**

**CURSO : PROGRAMACION Y CONTROL DE  
PRODUCCION**

**FACILITADOR : ROBERTO F. HERNANDEZ A.**

ING. INDUSTRIAL U de A

ESP. EN LOGISTA INTEGRAL U de A

ESP. EN METODOS ADMINISTRATIVOS Y DE PRODUCCIÓN UNAULA

ESP. EN GERENCIA DE SALUD OCUPACIONAL

[rhernandez@une.net.co](mailto:rhernandez@une.net.co)

**2019**

**MEDELLIN**

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

**Introducción a la programación y control (Repaso  
pronósticos - inventarios)**

**Tipos de Programación de producción (CERT – CPM)**

**Programación de talleres de Trabajo**

**Programación de procesos productivos de Flujo lineal**

**Programación de operaciones de servicios**

**Control de Producción**

**Teoría de restricciones**

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
**RECOMENDACIONES**

**ENTREGA DE TRABAJOS (FECHAS – CORREO ELECTRONICO – PRESENTACION- VALIDACION DE LOS TRABAJOS-EXPOSICIONES)**

**USO DE CELULARES**

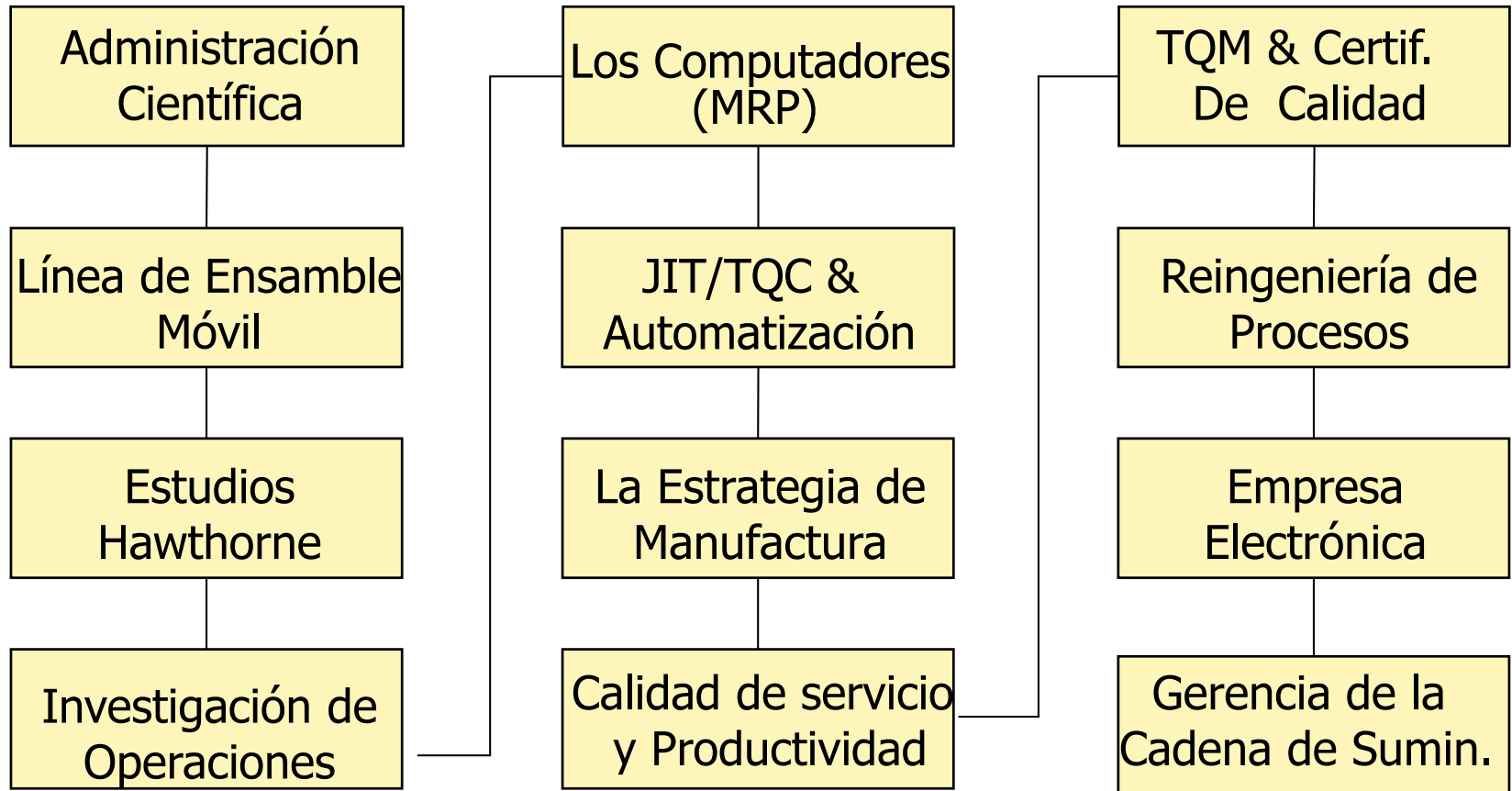
**CONSUMO DE ALIMENTOS**

**REPORTES DE ASISTENCIA A CLASE**

**INVITACION PERMANENTE AL DEBATE -  
PROACTIVIDAD**

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

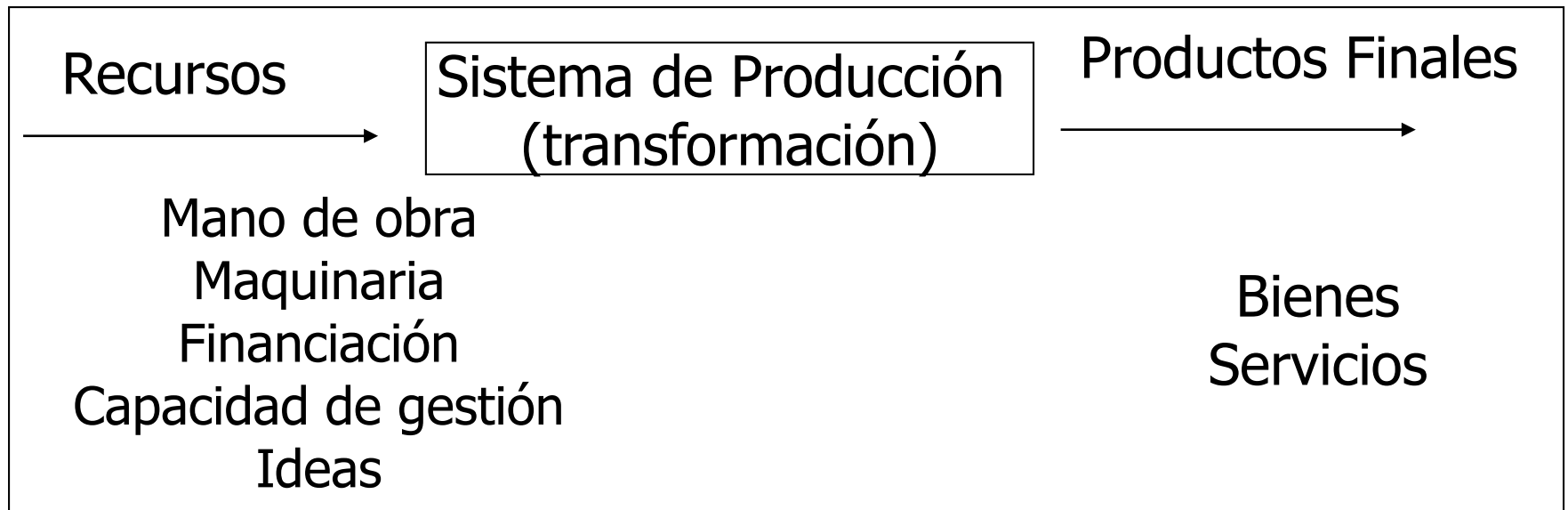
## DESARROLLO HISTORICO DE LA GERENCIA DE PRODUCCION



TOMADO Y ADAPTADO DE ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES  
DE CHASE, AQUILANO. JACOBS

## CONCEPTOS BASICOS

Todos los sistemas que generan bienes y servicios, lo que en realidad hacen, es transformar unos bienes (Recursos de Producción) para obtener otros diferentes, que llamaremos Productos Finales.



## **CONCEPTOS BASICOS**

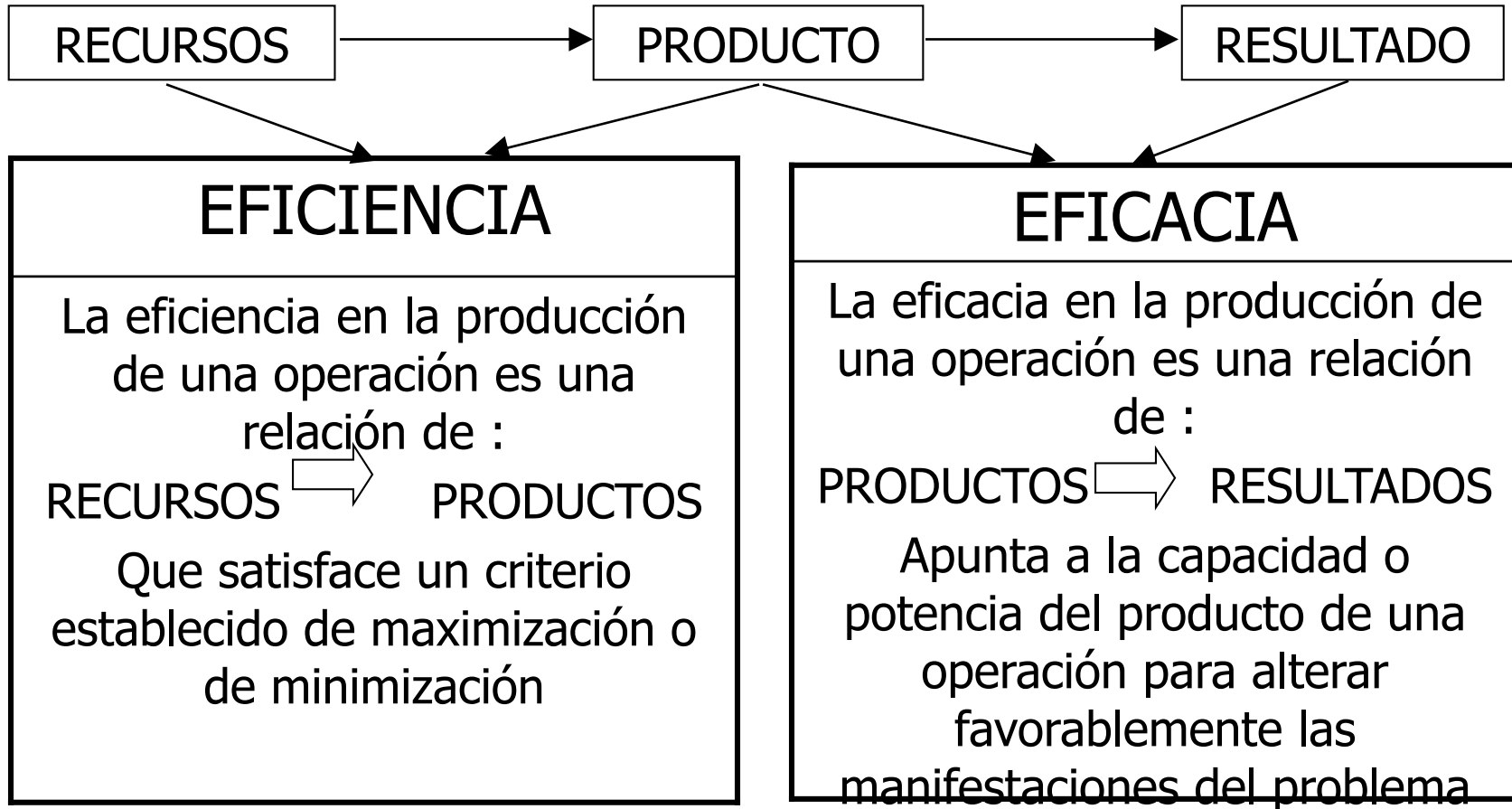
La función de Producción debe entonces centrarse en responder tres cuestiones básicas :

- **Que producir ?**
- **Cómo producir ?**
- **Para quién Producir ?**

Para responder a ellas, las empresas, utilizan entonces herramientas que les permitan la toma de decisiones con el menor margen de error posible, en general se habla de la planeación.

# CONCEPTOS BASICOS

## EFICIENCIA Y EFICACIA DE UNA OPERACION



## **CONCEPTOS BASICOS**

La función de Producción puede abordar diversas formas o "arreglos" para producir.

En la práctica, la gestión de la producción cambia según el tipo de producto, el servicio que se desee dar al mercado y el modelo de proceso elegido para ese producto y ese servicio.

En cuanto al tipo de producto, hay dos procesos básicos.

- Los que producen bienes tangibles. Se conocen como fabricaciones.
- Los que producen bienes intangibles. Se conocen como servicios.



## **CONCEPTOS BASICOS**

Los servicios son productos con dos cualidades, además de la intangibilidad:

1. Productos muy individualizados, pues no hay dos iguales y se producen para cada persona el suyo.
2. Productos muy perecederos, ya que su ciclo de vida es sumamente corto.

En cuanto a las diferencias en la gestión de unos y otros vienen determinadas por:

➤ Inventarios: Los procesos de bienes tangibles, si lo desean, pueden contar con inventarios. En los servicios no hay esta posibilidad.

## CONCEPTOS BASICOS

➤ Las necesidades de capacidad: Este punto es consecuencia del anterior (entenderemos por capacidad productiva, la cantidad de recursos, principalmente fuerza laboral y maquinaria, que están disponibles en el proceso).

Todo proceso de producción ha de estar dispuesto a suministrar las cantidades de productos finales que se demandan en todo momento, ésta es su finalidad; para ello dispondremos de dos posibilidades:

❖ Emplear los inventarios para mantener una capacidad de producción estable.

## **CONCEPTOS BASICOS**

-En estos casos, el proceso se diseña para una capacidad que cubra una supuesta demanda media.

Esta estrategia puede hacerse en las fabricaciones, pero no en los servicios, ya que carecen de stocks. En estos hay que diseñar el proceso para abastecer la demanda punta y modificar ésta según evolucione la demanda.

Las estrategias de igualar producción a la demanda por medio de los stocks es un método utilizado tradicionalmente en las fabricaciones, aunque no quiere decir que sea el único y en algunas ocasiones el mejor.

## **CONCEPTOS BASICOS**

Los inventarios tienen un costo consecuencia del dinero atado al producto; es decir, todo producto ha costado a la empresa una cierta cantidad, si la empresa no vende ese producto no recupera el dinero invertido en él y por tanto no puede producir más unidades, a no ser que tome el dinero de otra parte - que consiga un préstamo del banco o de accionistas, etc., - en cuyo caso debe devolver ese dinero tomado (prestado) y unos intereses; son esos intereses lo que la empresa tiene que pagar de más por almacenar (el costo financiero de mantener inventarios)- no vender - sus productos.

## CONCEPTOS BASICOS

Por tanto, en épocas de inflación cuando el dinero sube de precio - aumentan los intereses - los costos de los inventarios impiden mantener una estrategia de este tipo aunque sea posible.

❖ Un sistema de fabricación basado en una gestión sin stocks –cero inventarios- (en realidad con pocos stocks) para ahorrar esos intereses, es la base de los llamados sistemas «Justo A Tiempo – JAT».

## **CONCEPTOS BASICOS**

Otra clasificación, centrados ya en los procesos fabriles, viene dada por las necesidades de dar servicio al cliente. Desde este punto de vista cabe citar las siguientes diferencias:

- Si el cliente necesita el producto con más rapidez que lo que se tarda en producir.

En estos casos se tienen que tener producidas ciertas cantidades de producto, para que el cliente no espere. Estas producciones se denominan Producciones Contra-Stock.

## **CONCEPTOS BASICOS**

Producir de esta manera exige manejar grandes cantidades de productos finales baratos, esta forma de producir se utiliza básicamente para este tipo de productos; es decir; de costo unitario bajo, pues de otra manera los costos de los stocks acaban con la rentabilidad del proceso.

Para abaratar los productos se requiere que las operaciones hechas sobre ellos sean parecidas ( muy estandarizadas), o muy iguales, lo que hace que sean productos muy iguales.

## **CONCEPTOS BASICOS**

- Los clientes pueden esperar a la fabricación del producto. En tal caso hay que preguntarse si el cliente espera porque quiere un producto exclusivo, lo que hace que la producción sea Bajo Diseño, o bien el cliente desea un producto especial basado en módulos estándar, es lo que se conoce como Producción por Ensamblado.
- En las producciones por ensamblado se realizan múltiples productos basados en opciones. En tales casos sería inviable mantener stocks de todos los productos posibles de producir.



## **CONCEPTOS BASICOS**

- En las producciones exclusivas el cliente quiere un producto único donde el costo unitario es importante, pero no siempre fundamental.

Lo importante en estos casos suele ser el plazo en el que el cliente podrá disfrutar del producto. Por lo que la gestión se encamina a que todos los recursos se hallen disponibles en el momento oportuno en que se necesiten.

Estos procesos no suelen tener stocks, a no ser de algunas materias primas, pero no de productos finales.

## **CONCEPTOS BASICOS**

La última clasificación se refiere al tipo de proceso. Por lo general el tipo de proceso viene condicionado por las opciones anteriores, aunque continuaremos refiriéndonos a procesos fabriles.

- Procesos de flujo continuo. Nos referimos a aquellos procesos donde el flujo de producto sigue siempre una secuencia de operaciones que viene establecida por las características de producto.

Estos procesos se adaptan bien a aquellos casos en los que se requiere producir contra-stock, porque la estandarización del producto permite fijar de antemano y durante el tiempo de vida del producto la secuencia de operaciones.

## **CONCEPTOS BASICOS**

Dentro de este tipo de procesos podemos hacer otras clasificaciones:

✓ Procesos continuos. Son aquellos que producen sin pausa alguna y sin transición entre operación y operación. Son procesos en los que se realiza generalmente un sólo producto totalmente estandarizado. Un típico caso es la producción de gasóleos, energía eléctrica, ciertos productos químicos, etc.

✓ Procesos en serie. En estos procesos hay una transición entre las operaciones y están diferenciadas por requerir la aplicación de maquinaria o mano de obra distinta para cada operación.

## **CONCEPTOS BASICOS**

Dentro de estos podemos encontrar ciertas variantes:

-Procesos de flujo en lotes. En estos procesos cualquier cambio entre productos de la misma familia requiere una preparación previa de la maquinaria, como ocurre en las imprentas cuando se cambian las planchas de impresión para imprimir diferentes fascículos.

La preparación supone un tiempo en el que la línea de producción estará parada, lo que implica a su vez un costo medible en términos de producción no hecha, que hay que recuperar con la producción de lotes de muchas unidades y así distribuir dicho costo entre más unidades.

## **CONCEPTOS BASICOS**

- Procesos de flujo alternado, o flujo mezclado, que son una particularidad de los anteriores, ya que producen lotes, pero de cantidades mínimas e incluso de unidades. Para ello se requiere que los tiempos de preparación se hayan reducido tanto, que sea rentable producir en pequeñas cantidades puesto que la incidencia del costo del ajuste sobre cada unidad del producto es muy baja.
- Procesos de flujo discontinuo o flujo intermitente. Corresponde esta denominación a aquellos productos que no tienen definida una secuencia fija de operaciones. El flujo de operaciones queda determinado por el producto procesado y para ello no hay una maquinaria especialmente diseñada, sino múltiples maquinarias capaces de hacer tareas diferentes.

## **CONCEPTOS BASICOS**

Este tipo de procesos es el adecuado para fabricar productos diferentes, es decir para productos obtenidos por ensamblado. Como la maquinaria no se ha hecho en función del proceso, los tiempos perdidos entre los cambios de operaciones son muy importantes de manera que el rendimiento del proceso es muy bajo – 10 al 15% - por el contrario la flexibilidad es mucho mayor que en otros tipos de flujo. Como siempre hay varios productos en producción, es fundamental evitar interferencias, lo que requiere un importante trabajo de organización de la producción que coordine la concurrencia de materiales, mano de obra, etc., y para evitar que en cierto momento algunas máquinas se encuentren sobrecargadas y en otro momento estén ociosas.

## CONCEPTOS BASICOS

-Procesos sin flujo. Se refieren a aquellos procesos donde se disponen las operaciones alrededor del producto. No existe de antemano ningún flujo definido, por consiguiente son los adecuados para los productos por diseño.

**Lo que se ha dicho, corresponde a situaciones idóneas, no es axiomático que un tipo de producto necesite obligatoriamente un tipo de proceso, eso depende de la estrategia que desee seguir la empresa, no obstante cuanto más se acerque la relación producto-servicio-proceso a estas condiciones, su gestión será más fácil.**

## PRONOSTICOS



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – CONCEPTOS BASICOS

“Pronosticar puede definirse como la técnica para trasladar experiencias pasadas dentro de los acontecimientos futuros”.

Se requiere estimar la magnitud y el significado relativo y absoluto de las fuerzas que influirán condiciones futuras de operación.

Las proyecciones constituyen la base de la planeación.

En producción se utilizan las proyecciones para tomar decisiones periódicas que involucren la selección de los procesos, la planeación de la capacidad, la disposición de las instalaciones al igual que constantes decisiones acerca de planeación de la producción, su programación y el inventario

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – CONCEPTOS BASICOS

Para que las proyecciones sean útiles a la función de operaciones, deben cumplir ciertas condiciones :

1. La proyección debe definir la demanda esperada en unidades físicas
2. Debe incluir una indicación de la probable variación en torno a la demanda esperada
3. Debe repetirse en periodos futura para permitir los ajustes necesarios de producción
4. Debe ser hasta cierto punto confiable

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – CONCEPTOS BASICOS

Una proyección perfecta es imposible, existen demasiados factores externos en el medio en el que están las empresas, que son muy difícil o no pueden predecirse con certeza. Por esto es importante estar revisando constantemente las proyecciones realizadas, esto nos invita a buscar permanentemente el mejor método para realizar las proyecciones.

Cuando se realiza una proyección, es importante considerar factores desde el punto de vista del sentido común, responderse preguntas como :

¿Existen cambios previstos en la economía general que afecten la proyección?.

¿Existen cambios en el comportamiento del consumidor?.

¿Se registrará una escasez en los productos complementarios?.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION PRONOSTICOS – CONCEPTOS BASICOS

Cuando se considera la elaboración de proyecciones (pronósticos), esta se puede abordar con métodos cualitativos y cuantitativos

Las cualitativas pueden ser :

**Proyección fundamental** : Agrega niveles sucesivos desde abajo, la persona más cercana al cliente conoce mejor sus necesidades, las proyecciones a este nivel se suman y se pasan al nivel superior que sigue.

**Investigación de mercado** : Encuestas de mercado

**Consenso de grupo** : Un grupo de personas de varias posiciones puede una proyección más confiable - reuniones abiertas con libre intercambio de ideas.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – CONCEPTOS BASICOS

Analogía histórica : Se utilizan modelos a partir de otros productos existentes – productos suplementarios – productos sustitutos

Método Delfi : Las opiniones de todas las personas tienen el mismo valor – oculta la identidad de las personas participantes – se realizan unas 3 rondas con cuestionarios.

En las cuantitativas encontramos :

Promedio móvil simple	-	Promedio móvil ponderado
Ajuste exponencial	-	Análisis de regresión
Técnica de Box Jenkins	-	Modelos econométricos
Modelos de insumo producto		

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

Son modelos que tratan de predecir el futuro con base en los datos pasados. Puede utilizarse las ventas de los últimos tres meses para proyectar las ventas del próximo mes, o de los próximos meses.

De acuerdo a las necesidades de la proyección que se quiera hacer, se elegirá entonces el método a emplear, se pueden usar métodos para corto, mediano y largo plazo.

En el ambiente empresarial generalmente se habla de :

Corto plazo - menos de tres meses

Mediano plazo - entre tres meses y dos años

Largo plazo - superior a dos años

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### PROMEDIO MÓVIL SIMPLE

Se utiliza especialmente cuando la demanda de un producto no esta aumentando ni disminuyendo con rapidez, y cuando no se presentan características estacionales.

El método consiste en calcular el promedio de los n periodos anteriores al periodo para el que se desea el cálculo, siempre se debe proyectar con datos ya existentes ejemplo : Si deseamos proyectar la demanda para el mes de agosto con un promedio de 5 meses debemos conocer los datos de los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio, ahora cuando deseamos proyectar septiembre debemos conocer el dato de demanda real de agosto y calcular la proyección con los datos de abril a agosto.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### PROMEDIO MÓVIL SIMPLE

Es muy importante seleccionar el mejor periodo para realizar la proyección que se desea, cuando se realizan extensiones de los periodos existen varios efectos contradictorios.

Entre más largo el periodo , mayores serán los elementos aleatorios que se ajusten (en algunos casos esto es aconsejable), pero si existe una tendencia en los datos (creciente o decreciente) este método de proyección retrasa la tendencia, en consecuencia aunque un periodo más corto produce mayor oscilación, se ejerce un seguimiento más cercano de la tendencia.



PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
PROMEDIO MÓVIL SIMPLE

Para calcular un promedio simple móvil, utilizaremos la siguiente formula :

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

$F_t$  = Proyección para el periodo que viene

$n$  = Número de periodos que va ha ser promediado

$A_{t-1}$  = Ocurrencia real en el periodo anterior

$A_{t-2}, A_{t-3}, \dots, A_{t-n}$  = Ocurrencias reales, dos periodos atrás, tres periodos atrás, ... ,  $n$  periodos atrás

**PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION**  
**PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS**  
**PROMEDIO MÓVIL SIMPLE**

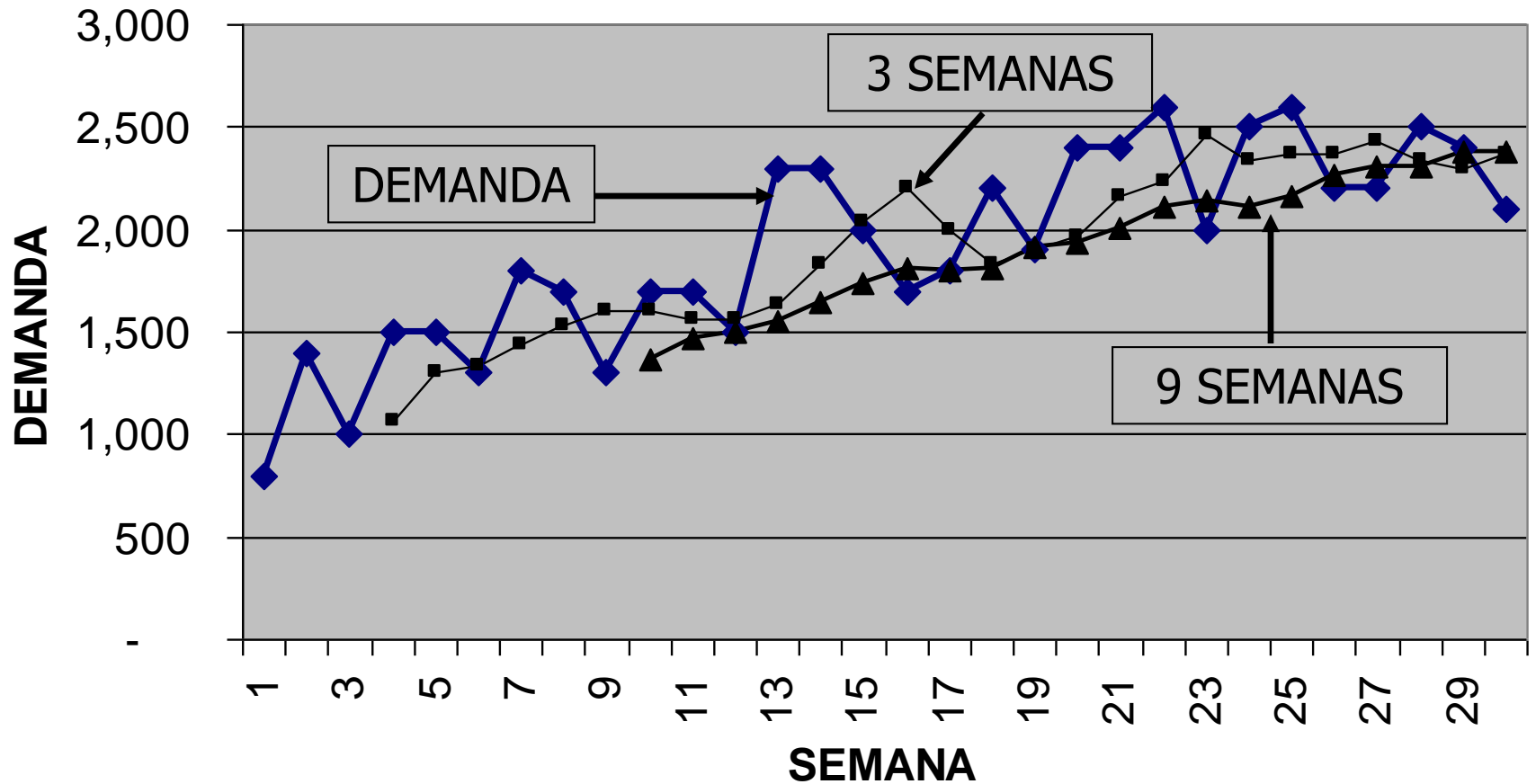
Veamos el siguiente caso

Semana	Demanda	3 semanas	9 semanas	Semana	Demanda	3 semanas	9 semanas
1	800			16	1,700	2,200	1,811
2	1,400			17	1,800	2,000	1,800
3	1,000			18	2,200	1,833	1,811
4	1,500	1,067		19	1,900	1,900	1,911
5	1,500	1,300		20	2,400	1,967	1,933
6	1,300	1,333		21	2,400	2,167	2,011
7	1,800	1,433		22	2,600	2,233	2,111
8	1,700	1,533		23	2,000	2,467	2,144
9	1,300	1,600		24	2,500	2,333	2,111
10	1,700	1,600	1,367	25	2,600	2,367	2,167
11	1,700	1,567	1,467	26	2,200	2,367	2,267
12	1,500	1,567	1,500	27	2,200	2,433	2,311
13	2,300	1,633	1,556	28	2,500	2,333	2,311
14	2,300	1,833	1,644	29	2,400	2,300	2,378
15	2,000	2,033	1,733	30	2,100	2,367	2,378

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### PRONOSTICO POR PROMEDIO SIMPLE



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

A diferencia del promedio simple, este método pondera cada uno de los componentes de la base de datos del promedio móvil, la suma de las ponderaciones NO PUEDE ser superior a 1.

La ponderación será el peso (la importancia) que cada dato tendrá en el resultado final de la proyección, la forma más común y sencilla de determinar la ponderación es la prueba y el error. Como norma general, el pasado más reciente es el indicador más importante de lo que se espera en el futuro y en consecuencia deberá tener una mayor ponderación, sin embargo si los datos son estacionales, las ponderaciones deben restablecerse en consecuencia, tiene la ventaja sobre el promedio simple en el hecho de ser capaz de variar los efectos de los datos anteriores.

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

Para calcular un promedio ponderado móvil, utilizaremos la siguiente formula :

$$F_t = W_1 A_{t-1} + W_2 A_{t-2} + \dots + W_n A_{t-n}$$

$F_t$  = Proyección para el periodo que viene

$n$  = Número de periodos en la proyección

$A_{t-1}$  = Ocurrencia real en el periodo anterior

$A_{t-2}, A_{t-3}, \dots, A_{t-n}$  = Ocurrencias reales, dos periodos atrás, tres periodos atrás, ... ,  $n$  periodos atrás

$W_1$  = Ponderación que se le dará a la ocurrencia real del periodo T-1

$W_2$  = Ponderación que se le dará a la ocurrencia real del periodo T-2

$W_n$  = Ponderación que se le dará a la ocurrencia real del periodo T-n

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

Un almacén determinó que la mejor proyección , en un periodo de cuatro meses, la alcanza utilizando la siguiente ponderación

1er mes	2do mes	3er mes	4to mes
10%	20%	30%	40%

Se quiere conocer la proyección para el quinto mes, utilizando el promedio ponderado móvil, si los datos de demanda real son

1er mes	2do mes	3er mes	4to mes
800	1400	1000	1500

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

El calculo para el mes 5 será :

$$F_5 = W_1A_{5-1} + W_2A_{5-2} + W_3A_{5-3} + W_4A_{5-4}$$

$$F_5 = W_1A_4 + W_2A_3 + W_3A_2 + W_4A_1$$

$$F_5 = (0.1)(800) + (0.2)(1400) + (0.3)(1000) + (0.4)(1500)$$

$$F_5 = 1.260$$

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### AJUSTE EXPONENCIAL

En la mayoría de casos, las ocurrencias recientes tienen mayor importancia y son un mejor indicativo del futuro que las ocurrencias de un pasado más lejano. Si esta premisa es válida ( que la importancia de los datos disminuye en la medida en que el pasado se hace más distante), EL AJUSTE EXPONENCIAL (suavizamiento exponencial) puede ser el método más lógico y fácil de utilizar.

El ajuste exponencial es la más utilizada de todas las técnicas de proyección, es parte integral de muchos programas de proyección computarizados, su uso principal esta en manejos de inventario



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### AJUSTE EXPONENCIAL

Las razones principales de la aceptación de este método de proyecciones son

1. Los modelos son muy exactos
2. La formulación del modelo es muy fácil
3. Su funcionamiento es fácil de comprender
4. Se requieren pocos cálculos para su uso
5. Los requerimientos de manejo de datos son pocos, debido al uso limitado de datos históricos
6. Las pruebas de exactitud en cuando al desempeño del modelo son fáciles de realizar

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### AJUSTE EXPONENCIAL

En este modelo solo se requieren tres datos para proyectar el futuro :

La proyección más reciente.

La demanda real durante ese periodo de proyección

Y una constante de ajuste alfa  $\alpha$

La constante determina el nivel de uniformidad y la velocidad de reacción a las diferencias entre las proyecciones y las ocurrencias reales.

El valor de la constante  $\alpha$  esta determinado tanto por la naturaleza del producto como por el sentido del gerente de lo que constituye una buena tasa de respuesta

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
AJUSTE EXPONENCIAL

La ecuación para una sola proyección de ajuste o suavizamiento exponencial es la siguiente :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

$F_t$  = Proyección de ajuste exponencial para el periodo t

$F_{t-1}$  = Proyección de ajuste exponencial para el periodo anterior

$A_{t-1}$  = Demanda real en el periodo anterior

$\alpha$  = La tasa de respuesta deseada o la constante de ajuste

La ecuación nos indica que la nueva proyección es igual a la anterior más una porción del error (la diferencia entre la proyección anterior y lo ocurrido)

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
AJUSTE EXPONENCIAL

Supongamos la demanda de un producto, a largo plazo, relativamente estable, la constante de ajuste ( $\alpha$ ) de 0.05 se considera apropiada, suponga que la proyección del último mes ( $F_{t-1}$ ) fue de 1.050 unidades, si la demanda real fue de 1.000 cuál sera la proyección para este mes?

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

$$F_t = 1.050 + 0.05(1.000 - 1.050)$$

$$F_t = 1.050 + 0.05(-50)$$

$$F_t = 1.0475 \text{ unidades}$$

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### AJUSTE EXPONENCIAL

Con un coeficiente de ajuste tan pequeño era de esperarse que la reacción de la nueva proyección al error fuera muy pequeña

Este método tiene el inconveniente de un retraso en la demanda, esta proyección se retarda durante un aumento o disminución pero se excede cuando se presenta un cambio de dirección.

Con valores de  $\alpha$  más altos se puede seguir más de cerca la demanda real.

Para seguir más de cerca la demanda real se utiliza añadir un factor de tendencia. También ayuda ajustar el valor de  $\alpha$

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### EFFECTOS DE TENDENCIA EN AJUSTE EXPONENCIAL

Una tendencia ascendente o descendente en los datos recopilados durante un periodo de tiempo, hace que la proyección exponencial se quede siempre detrás (encima o debajo) de la ocurrencia real, estas proyecciones pueden corregirse mediante la adición de un ajuste de tendencia, para corregir la tendencia se necesitan dos constantes de ajuste. Además de constante de ajuste  $\alpha$ , la ecuación utiliza también una constante de ajuste delta ( $\delta$ )

Esta constante delta reduce el impacto del error que se produce entre la realidad y la proyección.

Si no se incluyeran alfa y delta la tendencia reaccionaria excesivamente a los errores.

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
EFECTOS DE TENDENCIA EN AJUSTE EXPONENCIAL

La ecuación para la proyección que incluye la tendencia (Forecast Including Trend – FIT) es la siguiente

$$FIT = F_t + T_t$$

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

$$T_t = T_{t-1} + \alpha\delta(A_{t-1} - FIT_{t-1}) \quad \text{Donde :}$$

$F_t$  = La proyección ajustada exponencialmente para el periodo  $t$

$T_t$  = La tendencia ajustada exponencialmente para el periodo  $t$

$FIT_t$  = La proyección que incluye la tendencia para el periodo  $t$

$FIT_{t-1}$  = La proyección que incluye la tendencia realizada para el periodo anterior

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

## EFFECTOS DE TENDENCIA EN AJUSTE EXPONENCIAL

$A_{t-1}$  = La demanda real para el periodo anterior

$\alpha$  = Constante de ajuste

$\delta$  = Constante de ajuste

Para lograr que esta ecuación funcione, la primera vez que se utilice, el valor de la misma debe registrarse manualmente. El valor de tendencia inicial puede ser una estimación razonada o un calculo realizado con los datos conocidos

En el ajuste exponencial se requiere que a la constante  $\alpha$  se le de un valor entre 0 y 1. Si la demanda real es estable se utiliza un alfa pequeño, pero si la demanda real se incrementa rapidamente se utiliza un alfa grande para tratar de mantener el ritmo de los cambios.

Existen métodos para rastrear y cambiar los valores de alfa, de tal modo que se adapten a la situación de la demanda real



PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
EFECTOS DE TENDENCIA EN AJUSTE EXPONENCIAL

Suponga una proyección inicial  $F_t=100$  unidades, una tendencia de 10 unidades,  $\alpha=0.20$  y  $\delta=0.30$ , con una demanda real de 115 calcule la proyección para el próximo periodo

$$FIT = F_t + T_t$$

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

$$T_t = T_{t-1} + \alpha\delta(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

Sumando la proyección inicial y la tendencia, tenemos

$$FIT_{t-1} = F_{t-1} + T_{t-1} = 100 + 10 = 110$$

La demanda real es 115 unidades entonces

$$A_{t-1} = 115$$

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
EFECTOS DE TENDENCIA EN AJUSTE EXPONENCIAL

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

$$F_t = 110 + 0.2(115 - 110) = 111$$

$$T_t = T_{t-1} + \alpha\delta(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

$$T_t = 10 + (0.2)(0.3)(115 - 110) = 10.3$$

$$FIT = F_t + T_t = 111 + 10.3 = 121.3$$

Que pasaría si para el periodo siguiente la demanda en lugar de 121.3 fuera de 120 unidades ?

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### PROYECCION ADAPATABLE

El valor de alfa puede controlarse de 2 formas :

**DOS O MAS VALORES PREDETERMINADOS DE ALFA :** Se mide la cantidad de error entre la proyección y la demanda real, se utilizan diferentes valores de alfa así, si el error es muy grande alfa es 0.8, si el error es pequeño se utiliza 0.2 .

**VALORES CALCULADOS PARA ALFA :** Con un alfa de rastreo se calcula si la proyección esta manteniendo el ritmo de los cambios genuinos hacia arriba o hacia debajo de la demanda. En este caso el alfa de rastreo se define como el error real ajustado exponencialmente dividido por el error absoluto ajustado exponencialmente, alfa cambia de un periodo a otro dentro de la gama posible de 0 a 1.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PROYECCION CON TENDENCIA

Consiste en encontrar una línea de tendencia para una serie de datos históricos y después proyectar la línea hacia el futuro con pronósticos para un mediano y largo plazo, se pueden desarrollar varias ecuaciones matemáticas con tendencias veamos el caso de tendencias lineales.

Aplicando el método de mínimos cuadrados, una línea se describe en términos de su intersección y su pendiente, si se puede calcular la pendiente la línea se puede expresar así :

$$y = a + bx$$

y = Valor calculado de la variable a predecir

a = Intersección en eje y

b = Pendiente de la línea (rango de cambio en y para cambios dados en x)

x = Variable independiente (tiempo)

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PROYECCION CON TENDENCIA

La estadística ha desarrollado ecuaciones que se pueden utilizar para encontrar los valores de las variables a y b en cualquier línea de regresión, la pendiente se encuentra por :

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

**b = Pendiente de la línea de regresión**

**x = Valores de la variable independiente**

**y = Valores de la variable dependiente**

**$\bar{x}$  = Promedio de valores de x**

**$\bar{y}$  = Promedio de los valores de y**

**n = Numero de datos u observaciones**

**Se puede calcular la intersección de a con y así:**

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PROYECCION CON TENDENCIA

Año	Periodo = x	Dda = Y	x <sup>2</sup>	xy
1998	1	74	1	74
1999	2	79	4	158
2000	3	80	9	240
2001	4	90	16	360
2002	5	105	25	525
2003	6	142	36	852
2004	7	122	49	854
	$\sum x = 28$	$\sum y = 692$	$\sum x^2 = 140$	<input type="text" value="3063"/>

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PROYECCION CON TENDENCIA

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{28}{7} = 4 \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{692}{7} = 98.86$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{3063 - (7)(4)(98.86)}{140 - (7)(4)^2} = \frac{295}{28} = 10.54$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 98.86 - 10.54(4) = 56.7$$

la ecuación de tendencia de los minimos cuadrados será entonces:  $\hat{y} = 56.7 + 10.54x$ , en consecuencia si queremos pronosticar el año 2005. este sera el periodo 8 y su pronostico será:

$$\text{Demanda en 2005} = 56.7 + 10.54(8) \cong 141$$

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS ERRORES EN LA PROYECCION

Error : Diferencia entre el valor de la proyección y lo que realmente ha ocurrido, en estadística estos errores se llaman residuales. Mientras que el valor de la proyección se encuentre dentro de los límites de la seguridad no se trata realmente de un error (aunque comúnmente se llama error a esta diferencia).

La demanda de un producto se genera con la interacción de una serie de factores complejos al describirlos con exactitud en un modelo, por esto todas las proyecciones contienen con certeza algún grado de error.

Al analizar los errores en las proyecciones es importante diferenciar entre fuentes de error y medición del error.



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

## ERRORES EN LA PROYECCION

### FUENTES DE ERROR :

Existen una gran variedad de fuentes de error, una fuente común y que generalmente se desconoce es el hecho mismo de proyectar las tendencias pasadas hacia el futuro.

Los errores pueden clasificarse como sistemáticos y aleatorios, los errores sistemáticos se presentan cuando se comete una equivocación consistente, las fuentes de estos errores son por Ej.. Inclusión de variables incorrectas, utilización de relaciones equivocadas entre variables, empleo de una línea de tendencia incorrecta, cambio erróneo de demanda estacional de donde ocurre realmente.

Los errores aleatorios son aquellos que no se pueden explicar con el modelo de proyección utilizado

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

## ERRORES EN LA PROYECCION

### MEDICION DEL ERROR :

Para describir el grado de error se utilizan varios términos a saber, error estándar, error medio cuadrático o varianza y desviación media absoluta.

Las señales de rastreo pueden utilizarse para indicar cualquier riesgo positivo o negativo en la proyección

La desviación media absoluta (Mean Absolute Deviation, MAD), es una medida de error que esta utilizando frecuentemente debido a su sencillez para obtener señales de rastreo.

La MAD es el error promedio en las proyecciones, mediante el uso de valores absolutos, mide la dispersión de algún valor observado con base en algún valor previsto

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### ERRORES EN LA PROYECCION

La MAD se calcula utilizando las diferencias entre la demanda real y la demanda proyectada independientemente del signo. Es igual a la suma de las desviaciones absolutas dividido por el numero de puntos de los datos. Para su calculo utilizamos la siguiente formula

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n}$$

$t$  = Numero de periodos

$A$  = Demanda real durante el periodo

$F$  = Demanda proyectada para el periodo

$n$  = Numero total de periodos

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
ERRORES EN LA PROYECCION

Cuando los errores que se presentan en la proyección se distribuyen normalmente (caso usual), la MAD se relaciona con la desviación estándar así :

$$1 \text{ desviación estándar} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \times \text{MAD}$$

Aproximadamente 1.25 MAD

A la inversa 1 MAD = 0.8 desviación estándar

Esto es si tuviéramos una MAD para una serie de puntos de 60, la desviación estándar sería de 75 unidades y si los límites de control se fijaran en +- 3 desviaciones típicas, equivaldría a +- 3.75 MAD, el 99.7 % de los datos caería dentro de esos límites

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS

### ERRORES EN LA PROYECCION

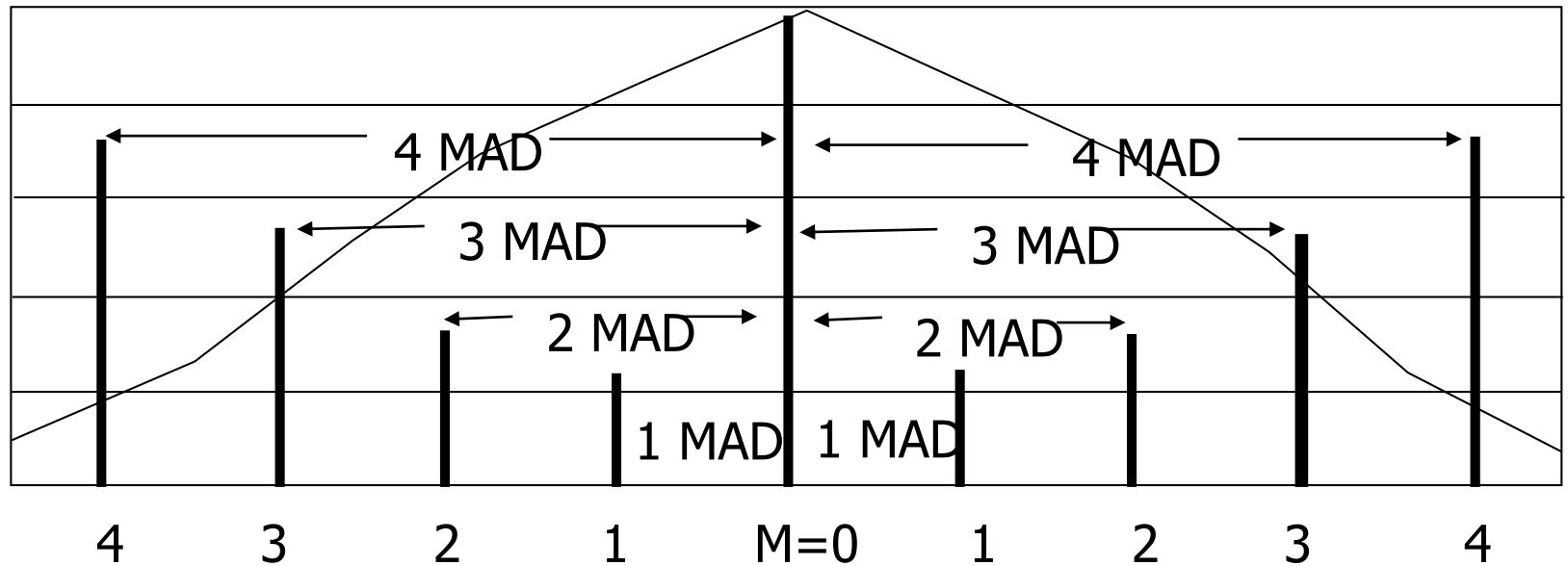
RSFE : (Running sum of forecast errors) es la suma de los errores de proyección, considerando su naturaleza (positivos cancelan negativos)

MAD : es el promedio de todos los errores de proyección, es el promedio de las desviaciones absolutas.

En el cuadro siguiente se ilustra la forma como se calcula la MAD y la TS para un periodo de seis meses en la cual la proyección se fijo en 1000 unidades como valor constante, se registran los valores reales de la demanda.

En este ejemplo la proyección en promedio estaba errada en 66.7 unidades y la señal de rastreo era de 3.3 desviaciones medias absolutas

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
 PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
 DISTRIBUCIÓN NORMAL CON  $M=0$  Y  $MAD = 1$



Numero de MAD	Numero relativo de desviaciones típicas	% de Puntos dentro de limites de control
+ - 1	0.798	57.048
+ - 2	1.596	88.946
+ - 3	2.394	98.334
+ - 4	3.192	99.856

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
 PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
 EJEMPLO DE CALCULO DE MAD – RSFE- TS

mes	Ft	At	desviacion	RSFE	Desv. Absol.	Suma D. A.	MAD	$TS = \frac{RSFE}{MAD}$
1	1.000	950	-50	-50	50	50	50	-1
2	1.000	1.070	70	20	70	120	60	.33
3	1.000	1.100	100	120	100	220	73.3	1.64
4	1.000	960	-40	80	40	260	65	1.2
5	1.000	1.090	90	170	90	350	70	2.4
6	1.000	1.050	50	220	50	400	66.7	3.3

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
VARIACIONES DE INFORMACION ESTACIONALES

Generalmente en los pronósticos de series de tiempos se requiere analizar tendencia, algunas veces aparecen variaciones recurrentes en ciertas épocas del año que requieren de un ajuste “estacional” en los pronósticos de la línea de tendencia.

El análisis de los datos en términos de meses o de trimestres generalmente facilita a la persona encargada de realizar las estadísticas, señalar los patrones estacionales.

Veamos una forma simple de calcular patrones estacionales a partir de datos históricos



## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

mes	Ventas		Promedios		
	año 1	año 2	Dda año1- año2	Dda mensual	Indice estacional
ene	80	100	90	94	0,957
feb	75	85	80	94	0,851
mar	80	90	85	94	0,904
abr	90	110	100	94	1,064
may	115	131	123	94	1,309
jun	110	120	115	94	1,223
jul	100	110	105	94	1,117
ago	90	110	100	94	1,064
sep	85	95	90	94	0,957
oct	75	85	80	94	0,851
nov	75	85	80	94	0,851
dic	80	80	80	94	0,851
Dda total promedio			1128		

Para el año siguiente si la demanda estimada es de 1300 Uds., los pronósticos por mes se verán afectados por el factor estacional así:

PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
PRONOSTICOS – ANALISIS DE SERIES DE TIEMPOS  
VARIACIONES DE INFORMACION ESTACIONALES

$$Enero = \frac{\mathbf{1300}}{\mathbf{12}} = 108.3 \times 0.957 = 103.7$$

Esto en general lo podemos expresar de la siguiente manera:

$$\mathbf{P}_{\text{estacional}} = \mathbf{Indice Estacional} \times \mathbf{P}_{\text{de la tendencia}}$$

## GESTION DE INVENTARIOS

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

El almacenamiento de las existencias sigue siendo el elemento básico del concepto de inventario, pero en el clima comercial actual no pasa de ser parte del total. Hoy en día se tiende a opinar que los grandes inventarios no son tan necesarios como antes se creía. Para algunas compañías, el almacenamiento de grandes cantidades de existencias resulta perjudicial porque absorbe capital y pudiera disimular deficiencias administrativas además resulta excesivamente costoso para las empresas, los fondos que se inmovilizan como consecuencia del valor de los recursos almacenados y la necesidad de manipular y controlar los stocks

## INVENTARIO :

Podemos definir los inventarios como las existencias de todo producto o articulo que se utiliza dentro de la organización

## SISTEMA DE INVENTARIO :

Es un conjunto de políticas y controles que supervisa los niveles de inventario y determina cuales son los niveles que hay que mantenerse cuando hay que reabastecer el inventario y de que tamaño son los pedidos

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

“Un sistema de inventarios, provee la estructura organizacional y las politicas operativas para mantener y controlar los bienes que se van a almacenar. El sistema es responsable de ordenar y recibir los bienes; de coordinar la colocación de los pedidos y de rastrear lo que se ha ordenado, que cantidad y a quien. Además el sistema debe hacer un seguimiento para responder a preguntas tales como :

¿El proveedor ha recibido el pedido?

¿Este ha sido despachado?

¿Las fechas son correctas?

¿Existen procedimientos para hacer un nuevo pedido o devolver la mercancía indeseable?

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

El inventario incluye : Insumos de tipo humano, financiero, energético, de equipos y materias primas. Salidas como piezas, componentes y productos terminados.  
Productos en proceso.

Tradicionalmente en las empresas el inventarios se dividen en : materias primas, productos terminados, piezas o componentes, productos en proceso y suministros

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Los inventarios en las empresas existen con miras a lograr 4 objetivos :

1. Mantener la independencia de las operaciones.
2. Satisfacer las variaciones en la demanda de productos.
3. Permitir flexibilidad en los programas de producción.
4. Proporcionar un margen de seguridad para variaciones en la entrega de materias primas.



La gestión de inventarios consiste en decidir :

- Cuanto pedir.
- Cuando pedir.
- Cuanto mantener en inventario

Los inventarios se pueden clasificar :

- Por su uso
- Por su origen
- Por el valor del movimiento anual
- Por su carácter estacional
- Por su carácter perecedero

### **SISTEMAS DE INVENTARIOS**

Para calcular la cantidad de producto requerido y su ubicación en la cadena de abastecimiento, se aplican los conceptos sobre el control estadístico de inventarios usando las leyes de probabilidad.

Existen dos formas generales de gestionar inventarios dentro del enfoque de control estadístico: "Pull" y "Push" o "extraer" y "empujar".

En el primero cada punto del almacenamiento se considera independiente de los demás del sistema, junto con sus pronósticos y estrategias de inventario de acuerdo con sus circunstancias particulares.

En el caso del segundo método, se asignan inventarios dentro del sistema de distribución basados en las necesidades de inventario previstas para todo el sistema incluidos todos los puntos de almacenamiento

## **MODELOS DE SISTEMAS DE INVENTARIOS**

Existen dos tipos generales de modelos de sistemas de inventarios: Los modelos de cantidad fija del pedido (conocidos como modelos de lote económico de pedido EOQ- Economic Order Quantity o **modelo Q**).

Los modelos de periodo de tiempo fijo (conocidos como sistemas periódicos, sistema de revisión periódica, sistema de intervalos fijos de pedidos o **modelo P**).

Su diferencia radica en que el modelo Q es impulsado por un evento (punto de pedido) y el modelo P es impulsado por el tiempo.

### **MODELOS DE SISTEMAS DE INVENTARIOS**

La elección de uno de los sistemas puede estar influenciada por muchas razones, veamos algunas consideraciones :

El modelo P mantiene un inventario promedio más grande por cuanto debe protegerse contra el agotamiento de las existencias durante el periodo de revisión T, el modelo Q no tiene periodo de revisión.

El modelo Q favorece los artículos más costosos porque el inventario promedio es menor.

El modelo Q es más adecuado para artículos importantes, tales como las partes de reparación críticas, porque se realiza un seguimiento más cercano, lo que permite una respuesta más oportuna a un posible agotamiento de existencias.

El modelo Q requiere más tiempo de mantenimiento porque cada adición o retiro se debe registrar inmediatamente.

### **MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)**

En estos modelos se trata de determinar el punto específico (R) en el cual se colocará un pedido y el tamaño (Q) del mismo.

El punto de pedido de pedido (R) es siempre un número específico de unidades. Un pedido de tamaño (Q) se coloca siempre que el inventario disponible (Actualmente en almacenamiento y sobre pedido) alcanza el punto R.

El nivel del inventario se define como :

Cantidades disponibles + pedidos Pendientes – Pendientes por entregar.

La solución a un modelo (Q) de inventario podría plantearse de la siguiente manera : Cuando la posición del inventario llegue a "X", coloque un pedido por (Q) unidades.

### **MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)**

Para el análisis de los modelos (Q) vamos a suponer que todos los aspectos relevantes de la situación se conocen con certeza, es decir, que si la demanda de un producto es de 100 unidades en un periodo dado, esta demanda será precisamente de 100 unidades para este periodo y no de 100 más o menos 10 unidades, lo mismo ocurre con los costos de preparación de pedidos y los costos de mantenimiento del inventario, los cuales suponemos totalmente conocidos.

Este supuesto aunque es muy difícil de cumplirse, pues en la realidad tanto la demanda como los costos son variables y por lo tanto desconocidos, facilita una buena base para el estudio del modelo de inventario.

### **MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)**

Para afrontar el análisis del modelo de cantidad fija de pedido (Q), utilizaremos los siguientes supuestos que no son realistas pero nos sirven como punto de partida :

La demanda del articulo es uniforme y constante durante todo el periodo.

El plazo (tiempo que transcurre entre el pedido y el recibo) es constante.

El precio por unidad del producto es constante.

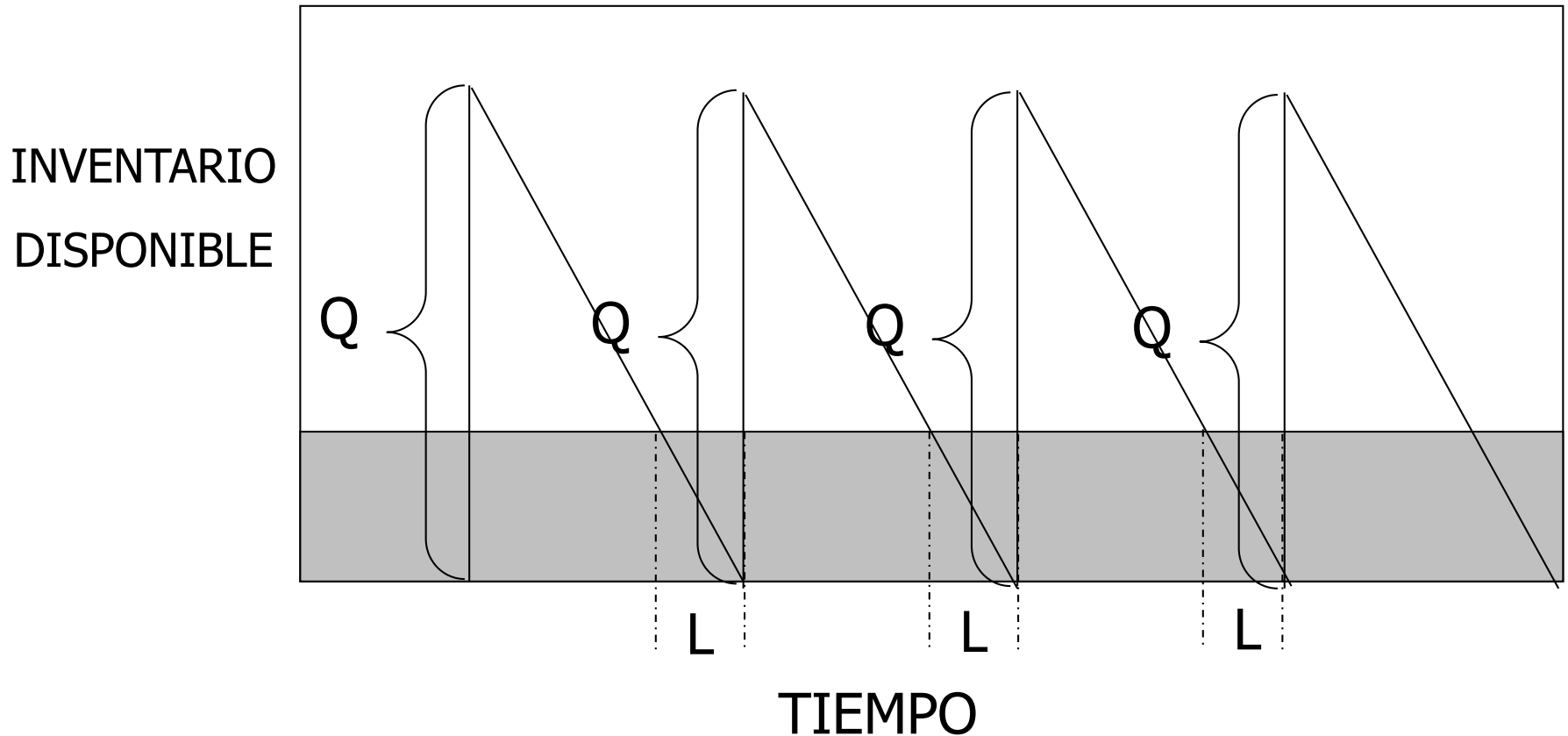
El costo de mantenimiento del inventario se basa en el inventario promedio.

Los costos de los pedidos o de preparación son constantes.

Todas las demandas del producto serán satisfechas (no se permiten pedidos pendientes).

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

Gráficamente el comportamiento del modelo se vería así:





## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

Al construir cualquier modelo de inventarios, el primer paso en la búsqueda de su solución es construir relaciones entre sus variables importantes y buscar su medida de efectividad. En este caso nuestra mayor preocupación son los costos, por lo que comenzaremos por construir una relación de costos.

$$\left[ \text{Costo anual total} \right] = \left[ \text{Costo anual de compras} \right] + \left[ \text{Costo anual de los pedidos} \right] + \left[ \text{Costo anual de mantenimiento} \right]$$

De donde :

$$TC = DC + \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} H$$

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

En la ecuación de costos:

$$TC = DC + \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} H$$

TC = Costo anual Total

D = Demanda

C = Costo unitario

Q = Cantidad a pedir (la cantidad optima se denomina "cantidad económica de pedido" – EOQ)

S = Costo de colocación de un pedido

R = Punto de un nuevo pedido

L = Plazo de reposición

H = Costo anual de mantenimiento y almacenamiento por unidad del inventario (Generalmente el costo de mantenimiento se toma como un porcentaje del costo del artículo)

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

Entonces de la ecuación de costos sabemos que :

$DC$  [ **Es el costo anual de adquisicion  
de las unidades** ]

$\frac{D}{Q}S$  **Es el costo anual de pedir**

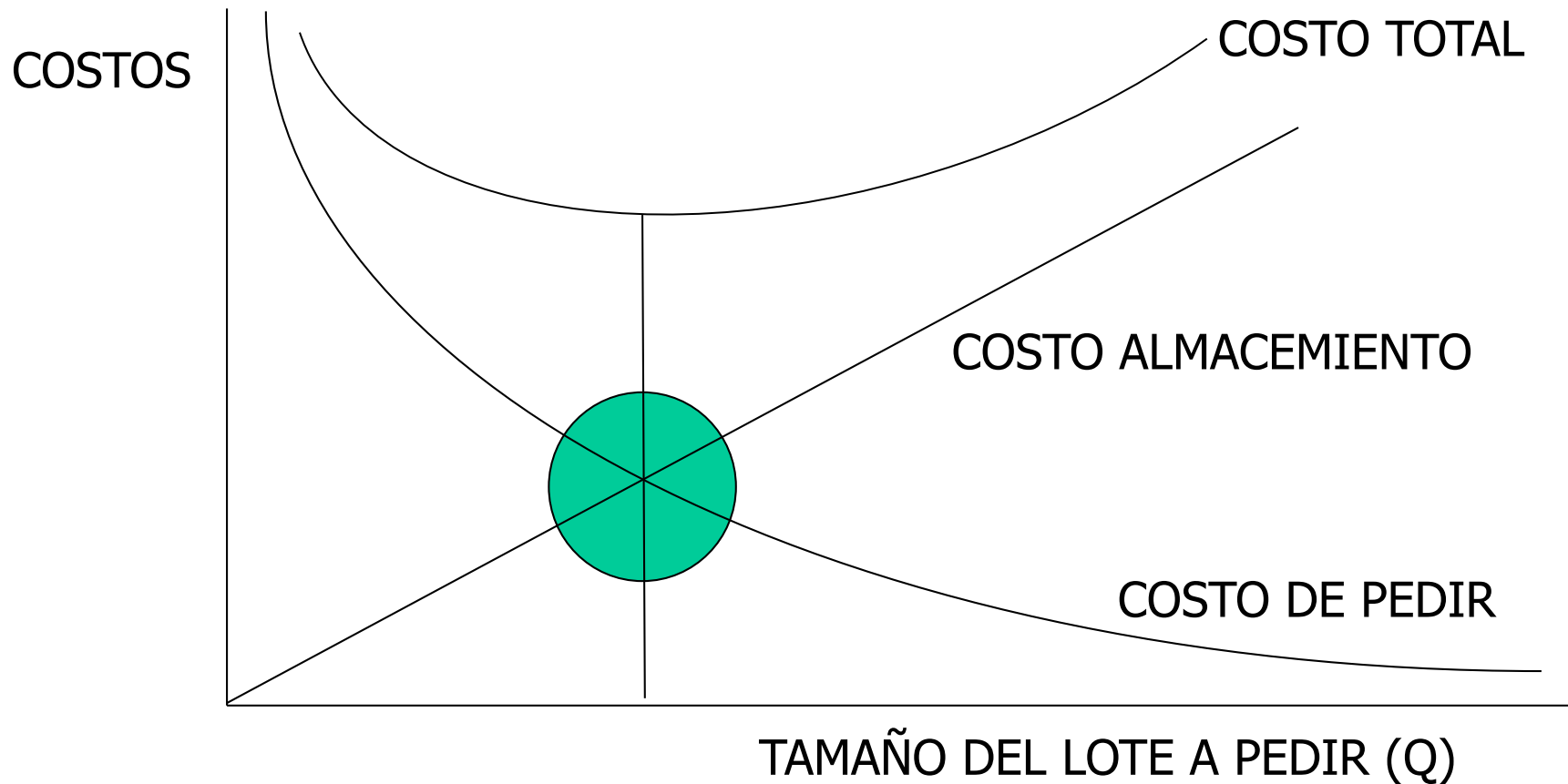
$\frac{Q}{2}H$  [ **Es el costo anual de mantenimiento  
del inventario** ]

Lo que buscamos es conocer cual es la cantidad (Q) que minimiza los costos totales del inventario.

La ecuación del costo total esta dada en términos de (Q), los demás parámetros son conocidos. Del análisis de la curva del costo total podemos decir que el costo es mínimo cuando la inclinación de la curva sea cero.

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

### GRAFICO ILUSTRATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS COSTOS



## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

Utilizando es calculo, sabemos que al derivar la ecuación de los costos con respecto a (Q) e igualando a cero obtenemos el (Q) optimo en función de los costos :

$$TC = DC + \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} H$$

$$\frac{\partial(\mathbf{TC})}{\partial(\mathbf{Q})} = 0 + \left[ \frac{-\mathbf{DS}}{\mathbf{Q}^2} \right] + \frac{\mathbf{H}}{2} = 0$$

$$\mathbf{Q}_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2\mathbf{DS}}{\mathbf{H}}}$$

## **MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)**

El modelo supone una demanda y unos plazos de entrega constantes, por esto no se requiere inventario de seguridad, según esto, entonces, el punto de pedido es :

$$\mathbf{R = \bar{d}L}$$

**Donde:**

**R = Punto de pedido**

**d = Demanda promedio diaria (constante)**

**L = Plazo de entrega en dias (constante)**

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

Veamos el siguiente ejemplo: Calcular la cantidad económica del pedido, el punto de pedido y el costo total anual de inventarios si :

**Demanda anual**

$$D = 1.000 \text{ Uds}$$

**Demanda promedio diaria**

$$\bar{d} = 1.000 / 365$$

**Costo de Pedir**

$$S = \$5.000 \text{ por pedido}$$

**Costo de Mantenimiento**

$$H = 10\% \text{ de } C_u$$

**Plazo**

$$L = 5 \text{ dias}$$

**Costo por unidad**

$$C_u = \$ 1.250$$

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION



## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

La cantidad optima a pedir es :

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2 * 1.000 * 5.000}{125}}$$

$$Q_{opt} = \sqrt{80.000} = 282.8 \cong 283 \text{ Unidades}$$

### El punto de pedido

$$R = \bar{d}L = (1.000/365) * 5 = 13.7 \cong 14 \text{ Unidades}$$

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

El costo total del inventario es :

$$CT = DCu + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

$$CT = (1.000 * 1.250) + \frac{1.000}{283} * 5.000 + \frac{283}{2} * 125$$

$$CT = \$1.285.355$$

Nota importante : El costo de las unidades no se tuvo en cuenta para el calculo del Q ni de R, esto porque se supone constante y no se relaciona con el tamaño del pedido

## **MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)**

Considerando entonces la ecuación de Q óptimo, podemos asegurar que en el punto de cruce de las líneas de costo de pedir y de costo de mantenimiento del inventario, estos costos son iguales, por lo tanto :

$$\frac{D}{Q} S = \frac{Q}{2} H$$

A la suma del costo de pedir y de costo de mantenimiento del inventario o almacenamiento la llamaremos **COSTOS DE GESTION DE INVENTARIOS**

## **MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)**

Consideremos el siguiente ejemplo :

Se conoce que en una empresa que gestiona su inventario con un modelo determinista el costo mínimo de la gestión de stocks es de \$20 millones al año, el costo unitario de almacenamiento es de \$50 por unidad por día y el costo de pedir es de \$55.000, se considera el año de 360 días hábiles  $L = 10$  días, se desea conocer :

Q optimo

Numero de pedidos en un año

Periodo de reaprovisionamiento

Costo anual de pedir

Costo anual de almacenamiento

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

La ecuación general de costos es :

$$CT = DCu + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

**Donde**

**$DCu =$  Costo de Adquisición = CA**

**$\frac{D}{Q}S =$  Costo anual de pedir = CP**

**$\frac{Q}{2}H =$  Costo anual de almacenamiento (CM)**

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

La ecuación general de costos entonces la podremos expresar :

$$CT = CA + CP + CM$$

Donde

$$CP + CM = \text{Costo de gestión de stocks} = CG$$

**CG = \$20 millones, entonces :**

$$CG = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \quad \textcircled{1}$$

Con D, S y H conocidos solamente requerimos hallar Q y D

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

Busquemos ahora la demanda anual D :

$$Q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Si reemplazamos Q optimo en la ecuación 1 obtenemos:

$$CG = \frac{DS}{\sqrt{\frac{2DS}{H}}} + \frac{H}{2} \sqrt{\frac{2DS}{H}} = DS \sqrt{\frac{H}{2DS}} + \frac{H}{2} \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

Resolviendo la ecuación para hallar D obtenemos :

$$CG = \frac{DS}{\sqrt{\frac{2DS}{H}}} + \frac{H}{2} \sqrt{\frac{2DS}{H}} = DS \sqrt{\frac{H}{2DS}} + \frac{H}{2} \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$CG = \sqrt{\frac{HD^2S^2}{2DS}} + \sqrt{\frac{2DSH^2}{4H}} = \sqrt{\frac{HDS}{2}} + \sqrt{\frac{HDS}{2}}$$

$$CG = 2\sqrt{\frac{HDS}{2}}$$

$$(CG)^2 = 2HDS \Rightarrow D = \frac{(CG)^2}{2HS} = \frac{(20 * 10^6)^2}{2(50 * 360)(55.000)}$$



## **MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)**

Analicemos el siguiente caso :

Un grupo de inversionistas ha decidido abrir un almacén y estiman un presupuesto anual para la gestión de \$ 1 millón, cantidad que se admite como mínima indispensable para la buena marcha del negocio.

El producto que se distribuirá viene en cajas y nuestro proveedor esta dispuesto a entregar pedidos de solamente 2.000 unidades y además, semanalmente (semanas de 7 días), con estos datos, ¿qué valores deberían tomar los costos unitarios de pedir y de almacenar para garantizar la gestión anual optima del stock?

Considere un año de 365 días y una demanda uniforme.

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q)

La ecuación general de costos entonces la podremos expresar :

**Del análisis de la teoría de gestión de inventarios sabemos que :**

$$CG = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \quad \text{en } Q \text{ óptimo} \quad \frac{D}{Q}S = \frac{Q}{2}H$$

De los datos que conocemos del caso de análisis sabemos que  $Q = 2.000$  y además conocemos el periodo de reabastecimiento = 7 días. Con esto podemos conocer el numero de pedidos al año =  $(365/7)=52.14$  lo que nos permite encontrar la demanda  $D = (52.14)*(2.000) = 104.280$

Con estos datos hallamos entonces S así :

$$CG = \frac{2DS}{Q} \Rightarrow S = \frac{(CG)(Q)}{2D} \quad \text{y} \quad H = \frac{2DS}{Q^2}$$

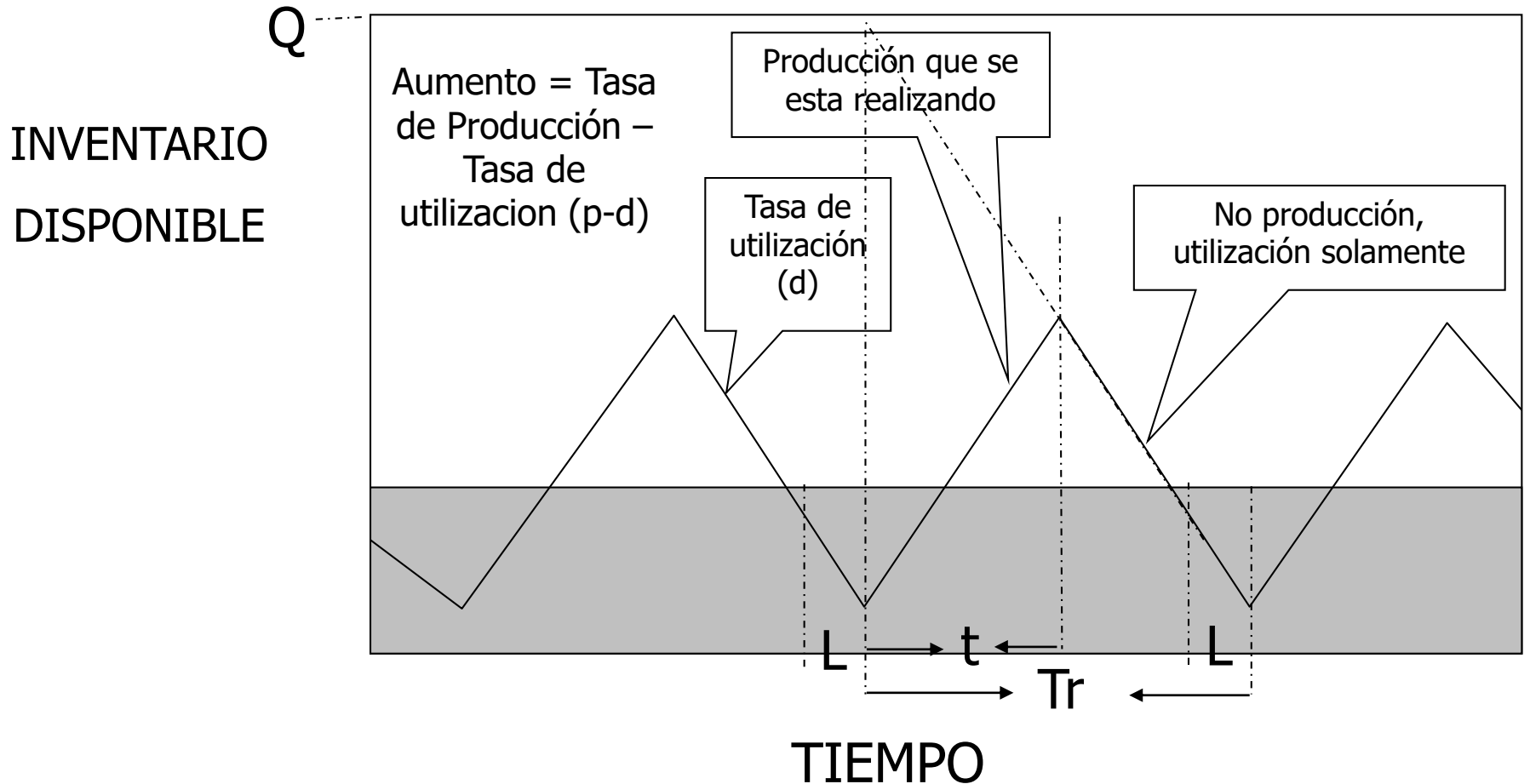
### **MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN**

En muchos casos la producción de un artículo, y su utilización son simultaneas, esto es generalmente verdadero cuando un proceso en una empresa es proveedor de otro.

Hoy las compañías celebran contratos a largo plazo con proveedores para recibir los pedidos, un solo pedido utilizando este esquema, puede cubrir las necesidades de productos o materiales por varios meses o hasta por un año, el vendedor hace entregas parciales, estas pueden ser semanales o hasta más frecuentes.

Si en una empresa (**d**) es la tasa de demanda de un artículo y (**p**) es la tasa de producción del proceso que utiliza este artículo, El modelo se vería gráficamente así :

# MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCION



## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN

podríamos desarrollar la ecuación de costos totales de la siguiente manera:

$$CT = DCu + \frac{D}{Q} S + \frac{(p-d)}{2p} QH$$

Derivando la ecuación con respecto a Q e igualando a cero, obtenemos el Q Optimo así :

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H} * \frac{p}{(p-d)}}$$

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN

La pregunta a resolver es como hallar los costos de almacenamiento, pues los demás componentes del costo no cambian.

$$CT = DCu + \frac{D}{Q}S + \frac{(p-d)}{2p}QH$$

De la grafica obtenemos el valor de Q:  $Q = p*t$

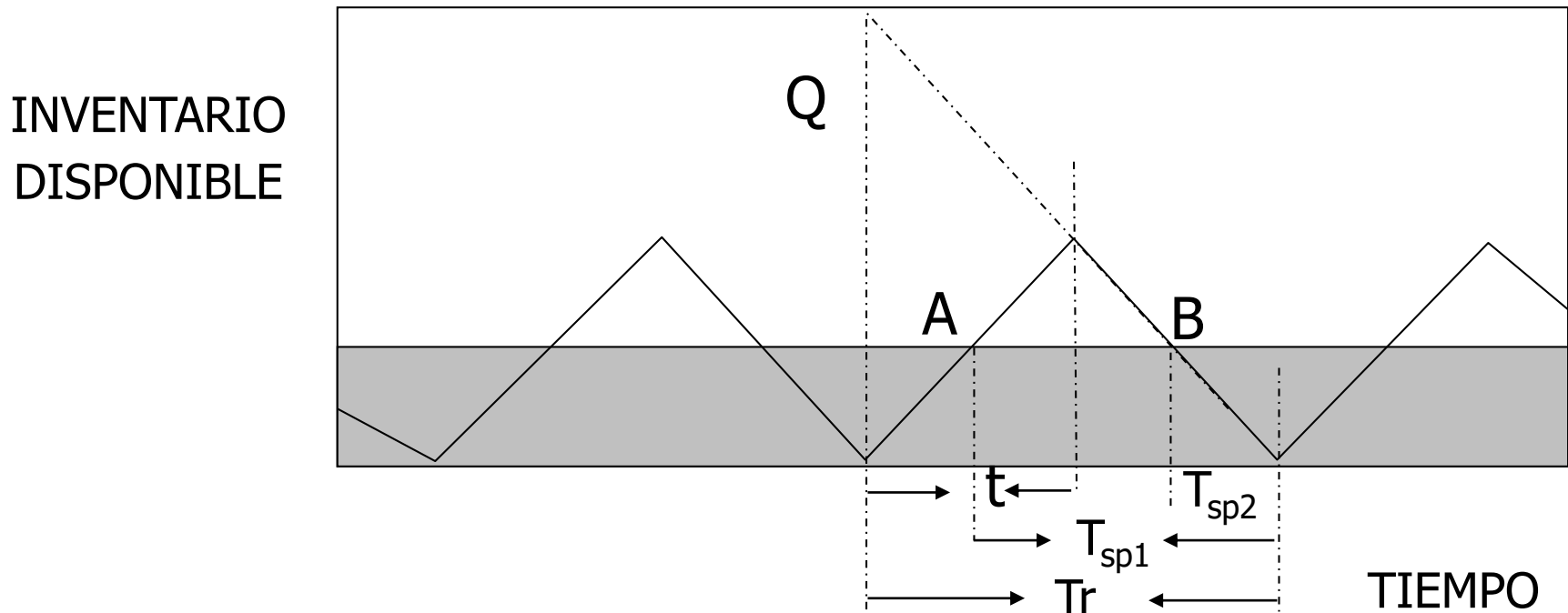
Se deduce además que el valor del inventario máximo siempre será menor que Q, esto porque durante las t unidades de tiempo en se esta recibiendo o produciendo Q, parte del mismo se ha estado gastando simultáneamente. Deducimos entonces de la grafica que :

$$I_{max} = (p-d)*t \text{ y } \bar{I} = (p-d)*\frac{t}{2}$$

$$\bar{I} = (p-d)*\frac{Q}{2} = \frac{(p-d)*Q}{2p}$$

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCION

Al utilizar el modelo de producción y demanda simultaneas, se debe tener mucho cuidado ya que el punto de pedido se alcanza dos veces en cada ciclo ( $T_r$ ), una vez en el tramo de producción y demanda y otra vez en el tramo de demanda únicamente:



## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN

Para el caso de encontrarnos en el punto B, entonces :  
 $T_{sp} < T_r - t$ . en este caso para calcular el punto de pedido tendremos que utilizar la ecuación :

$$P_p = T_{sp2} * d$$

Mientras que en el caso de encontrarnos en A. entonces:  
 $T_{sp} > T_r - t$  y en este caso para calcular el punto de pedido utilizaremos la ecuación :

$$P_p = (T_r - T_{sp1}) * (p - d)$$



## **MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN**

Consideremos el siguiente ejemplo :

Se conoce que en una empresa se fabrica un producto, el ensamblaje final se hace en una línea de montaje que trabaja diariamente, uno de los componentes del ensamblaje se produce en otro departamento de la empresa a una tasa  $p = 100$  Uds./día, la línea de montaje lo utiliza a una tasa  $d = 40$  Uds./día . El costo de pedir es de \$ 100 y de almacenamiento es de \$1 Ud./año.

El gerente de la empresa desea conocer el punto de pedido y el Q óptimo si se sabe que tiempo de suministro  $T_s = 35$  días, en esta empresa se labora 250 días al año.

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN

De acuerdo con la información conocida tenemos :

$$\mathbf{D = d * t = 40 * 250 = 10.000}$$

Conociendo D podemos calcular Q optimo utilizando :

$$\mathbf{Q\ opt = \sqrt{\frac{2DS}{H} * \frac{p}{(p-d)}}$$

$$\mathbf{Q\ opt = \sqrt{\frac{2 * 10.000 * 100}{1} * \frac{100}{(100 - 40)}}$$

$$\mathbf{Q\ opt = \sqrt{3.333.333,3}}$$

$$\mathbf{Q\ opt = 1.825,7}$$

## MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN

Para calcular el punto de pedido (Pp), necesitaremos estudiar la relación entre tiempo de suministro (T), tiempo de reaprovisionamiento (Tr) y tiempo de fabricación (t):

$$T_r = \frac{T}{\text{Nº pedidos}} = \frac{T}{D/Q} = \frac{250}{10.000/1.825,7} = 45.65$$

El tiempo de fabricación del lote (t) lo calculamos así:

$$t = \frac{Q}{p} = \frac{1.825,7}{100} = 18.2 \text{ días}$$

**MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN**

De los datos hallados sabemos entonces que estamos en el caso donde :

$$(T_r - t) < T_s < T_r$$

$$T_r = 45.65$$

$$T_s = 35$$

$$t = 18.2 \quad \text{entonces:}$$

$$(45.65 - 18.2) < 35 < 45.65$$

$$27.45 < 35 < 45.65$$

### **MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO (Q), DURANTE EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN**

De acuerdo con los cálculos realizados el pedido debe realizarse cuando estemos en la zona de producción y demanda simultáneos, en ese momento el almacén estará incrementando su inventario a una tasa de  $(p-d)$  unidades/día.

El punto de pedido lo hallaremos utilizando la siguiente ecuación :

$$P_p = (Tr - T_{sp1}) * (p - d)$$

$$P_p = (45.65 - 35) * (100 - 40)$$

$$P_p = 10.65 * 60$$

$$P_p = 639 \text{ Unidades}$$

### **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

En los modelos analizados anteriormente (modelo Q y modelo Q con producción y demanda), supusimos demanda constante y conocida, en la realidad, la demanda no es constante siempre, generalmente varia de un día para otro. Esto nos obliga a mantener una reserva de seguridad con el fin de garantizar algún nivel de protección contra el agotamiento de existencias.

**RESERVA DE SEGURIDAD** : Es la cantidad de inventario que se mantiene en stock además de la demanda prevista.

Por ejemplo si la demanda mensual promedio de un artículo es de 100 unidades, y esperamos que para el próximo mes la demanda sea igual y tenemos 120 unidades en inventario, entonces, la reserva de seguridad es de 20 unidades (esto en el caso de una demanda distribuida normalmente)

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

Cuando queremos determinar la reserva de seguridad podemos hacerlo abordando el tema desde 2 enfoques diferentes

**ENFOQUE DE LA PROBABILIDAD :**

Busca determinar la probabilidad de que la demanda exceda alguna cantidad especifica.

**ENFOQUE DEL NIVEL DE SERVICIO :**

Se relaciona con el numero previsto de unidades faltantes

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

### ENFOQUE DE LA PROBABILIDAD :

En los modelos descritos anteriormente se supone que la demanda durante un periodo de tiempo se distribuye normalmente con una media y una desviación típica (este enfoque considera la probabilidad de que se presenten faltantes y no el numero de unidades faltantes)

Para determinar la probabilidad de que haya unidades faltantes durante un periodo de tiempo, se puede representar en una grafica una distribución normal para la demanda prevista y registrar cuando la cantidad disponible se apoya en la curva.



## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

### ENFOQUE DE LA PROBABILIDAD :

Suponga una demanda de 100 unidades de un producto para el próximo periodo, suponga una desviación estándar de 20 unidades. Si el mes comienza con 100 unidades solamente, la probabilidad de un agotamiento de las existencias es de un 50%.

La mitad de los periodos esperaríamos que la demanda prevista estuviera por encima de 100 y la otra mitad esperaríamos que estuviera por debajo de 100.

Además si ordenáramos el valor de un periodo de inventario de 100 unidades de una vez y recibiéramos este pedido al principio del mes, a largo plazo existiría un agotamiento de las existencias durante la mitad del total de periodos.

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

### ENFOQUE DE LA PROBABILIDAD :

De este análisis podemos deducir que quedarnos sin existencias tantos periodos no es recomendable, esto nos llevaría entonces a mantener un inventario adicional para reducir el riesgo.

Una idea podría ser mantener 20 unidades del artículo, en caso cuando ordenemos el artículo, pediríamos el valor de un periodo de una vez, pero programando la entrega cuando todavía queden 20 unidades en existencia.

Esto nos daría una pequeña reserva de seguridad para reducir la probabilidad de agotamiento.

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

ENFOQUE DE LA PROBABILIDAD :

Si la desviación típica asociada con la demanda fuera de 20 unidades, se mantendría una reserva de seguridad equivalente a una desviación típica.

Si analizamos la distribución normal estándar, el movimiento de una desviación estándar hacia la derecha, nos da una probabilidad de 0.8413 (valor de tabla de la normal)

Esto quiere decir que aproximadamente el 84% del tiempo no se espera un agotamiento de existencias y el 16% del tiempo tendríamos probablemente agotamientos.

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

### ENFOQUE DE LA PROBABILIDAD :

Es muy común que en las empresas se utilice este enfoque para establecer la probabilidad de no quedarse sin existencias en un 95% del tiempo.

De la tabla de la normal encontramos que la probabilidad de un 95% corresponde a 1.64 desviaciones estándar.

Para el caso propuesto nuestra reserva de seguridad, equivalente a 1.64 desviaciones estándar será  $(1.64) \cdot (20) = 32.8$  .

Es muy importante tener en cuenta que este valor de reserva de seguridad no significa que se deba pedir 33 unidades más cada periodo, esto quiere decir que se podría esperar a llegar a 33 unidades cuando llegue el nuevo pedido.

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

### ENFOQUE DEL NIVEL DE SERVICIO :

El enfoque de la probabilidad nos permite establecer si se presentará o no un faltante.

¿Pero no le gustaría a usted conocer la magnitud del faltante?.

El nivel de servicio se refiere al numero de unidades demandadas que pueden suministrarse de las unidades actualmente disponibles.

Si tenemos un artículo con una demanda de 100 unidades y podemos entregar inmediatamente 90, eso significará que tenemos un nivel de servicio del 90% (este concepto supone pedidos pequeños y distribuidos aleatoriamente : una o varios a la vez)

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

### ENFOQUE DEL NIVEL DE SERVICIO :

Para demandas anuales que se venden a unos pocos clientes el principio no aplica, esto porque se necesitan suficientes datos para poder aproximar la función a una distribución normal.

El análisis del nivel de servicio se basa en un concepto estadístico conocido como  $Z$  previsto o  $E(z)$ .

$E(z)$  es el numero previsto de unidades faltantes durante cada periodo (asumimos una demanda normalmente distribuida)

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

ENFOQUE DEL NIVEL DE SERVICIO :

Para calcular el nivel de servicio es necesario saber cuantas unidades faltan.

Suponga una demanda promedio semanal de 100 unidades, si tiene 110 unidades al comienzo de una semana.

¿Cuántas unidades prevé que faltaran?.

Para calcular esto es necesario resumir la probabilidad de se demanden 111 (1 faltante) o 112 (2 faltantes) o 113 (3 faltantes) etc., este resumen nos mostrará la cantidad de unidades que se espera faltarán si se almacenan 110 unidades

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

### ENFOQUE DEL NIVEL DE SERVICIO :

Este concepto es muy sencillo sin embargo requiere de un desarrollo matemático que no es práctico para resolver manualmente, para resolver este inconveniente existen tablas de valores previstos.

Utilizando los datos del ejemplo anterior veamos :

Demanda 100 unidades semanales promedio, desviación estándar 10 unidades, utilizando la tabla, el valor previsto como faltante será de 0.83 (se multiplica el valor correspondiente a una unidad de desviación  $Z=1$  por 10, si se lleva una reserva de seguridad de una desviación, se espera que falten 0.83 unidades).

El nivel de servicio será de  $100-0.83 = 99.17\%$



## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

ENFOQUE DEL NIVEL DE SERVICIO :

Si para este mismo caso, no lleváramos reserva de seguridad, si ordenáramos solamente las 100 unidades de la demanda, faltarán 3.99 unidades (0.399 veces 10).

El nivel de servicio en este caso sería  $100 - 3.99 = 96.01$  o sea 96.01%

De la misma manera si la reserva de seguridad es de menos una desviación estándar o sea se inicia el periodo con 90 unidades, faltarán 10.83 unidades y el nivel de servicio para este caso será  $100 - 10.83 = 89.17$  o sea 89.17%

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

### ENFOQUE DEL NIVEL DE SERVICIO :

Realmente lo único que hemos hecho es simplemente convertir la desviación estándar asociada con la demanda a una base de una unidad, para luego utilizando esta información (tabla de valores previstos) calcular el numero planeado de unidades faltantes para un nivel de servicio determinado.

La ventaja del enfoque del nivel de servicio, es que utiliza para el calculo de la reserva de seguridad, el numero real de unidades que se van a entregar a los clientes.

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

Este tipo de modelos monitorean permanentemente el nivel de inventario y se coloca un nuevo pedido cuando las existencias alcanzan un cierto nivel  $R$ , con :

$$R = \bar{d}L$$

**donde:**

**$\bar{d}$  = Demanda promedio diaria**

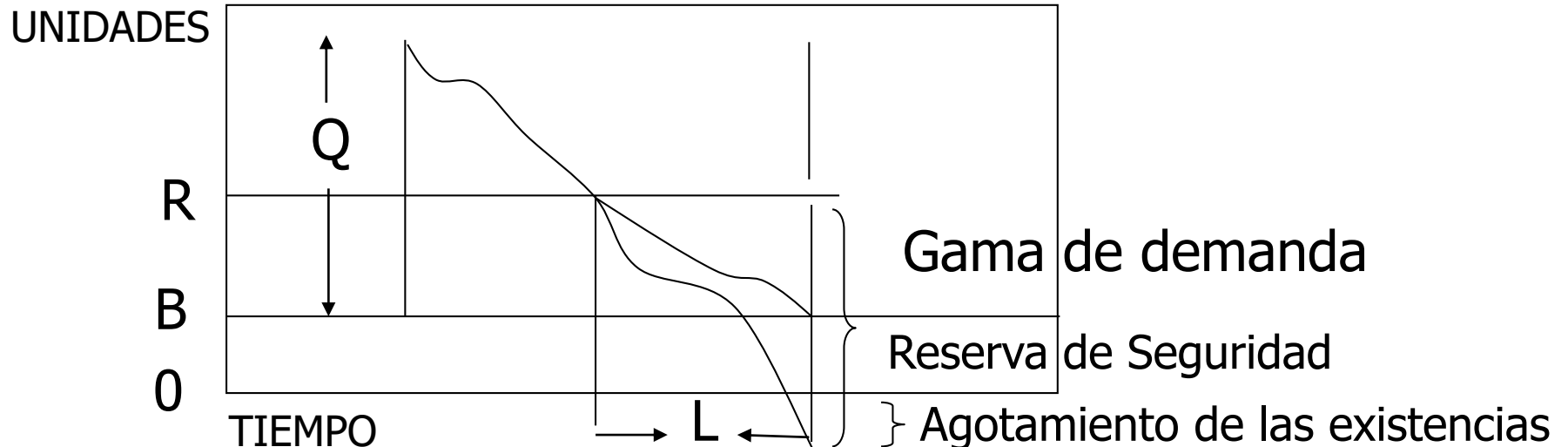
**$L$  = Plazo en días (constante)**

El peligro de agotamiento es este modelo se presenta únicamente durante el tiempo que transcurre entre el momento en el que se coloca el pedido y el momento en que este se recibe

## ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

En este modelo un pedido se coloca cuando la posición del inventario cae al punto del nuevo pedido  $R$ , durante el plazo  $L$ , se hace posible una gama de demandas calculadas con base a demandas pasadas (o utilizando algún método para conocerlas si no existen datos de demandas pasadas)



## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

### MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

La cantidad de reserva de seguridad depende del nivel de servicio deseado, la cantidad a ordenar ( $Q$ ) se calcula de la manera usual, considerando demanda y costos se utiliza el modelo de cantidad fija para calcular  $Q$  como  $Q$  optimo.

El punto del nuevo pedido se fija entonces para cubrir la demanda prevista durante el plazo más una reserva de seguridad determinada por el nivel de servicio deseado.

La diferencia entre un modelo de cantidad fija con demanda conocida y uno con demanda incierta, esta en el calculo del punto para el nuevo pedido. La cantidad a pedir es la misma en ambos casos. El elemento de incertidumbre se tiene en cuenta en la reserva de seguridad.

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

El nuevo punto de pedido se calculará así .

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

**donde:**

**R = Punto del nuevo pedido**

**$\bar{d}$  = Demanda promedio diaria**

**L = Plazo en días (tiempo entre el momento de pedir y el momento de recibir el pedido)**

**Z = Numero de desviaciones tipicas para un nivel de servicio especifico**

**$\delta L$  = Desviación estándar de la utilización durante el plazo**

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

El termino  $\delta L$  es el monto de la reserva de seguridad, si la reserva de seguridad es positiva, lo que hacemos es colocar un nuevo pedido más pronto.

R sin la reserva de seguridad es solamente la demanda promedio durante el plazo.

En el caso de esperar una utilización durante el plazo de 20 unidades y una reserva de seguridad de 5 unidades, el pedido tendría que haber sido colocado más pronto, cuando el nivel de inventario llegara a 25 unidades, entre más grande sea la reserva de seguridad, más pronto se deberá colocar el pedido

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

### **Calculo de $\bar{d}$ , $\delta L$ y Z**

La demanda durante el plazo de reposición es realmente un calculo o proyección de lo que se espera. Puede ser un numero sencillo (ejemplo, si el plazo es un mes la demanda puede ser aquella del año anterior dividida por 12, o puede ser la sumatoria de las demandas esperadas durante en plazo de 30 días), para el caso de la demanda diaria, (d) puede ser una demanda proyectada mediante un método de proyección. Por ejemplo utilizando promedio simple, para un periodo de 30 días calcularíamos (d) así:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{30} d_i}{30}$$



## ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

Si  $n$ , es el numero de días, la desviación típica de la demanda es :

$$\delta_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{30} (d_i - \bar{d})^2}{30}}$$

$\delta_d$  Se refiere a un día, si el plazo se extiende durante varios días (que es lo más normal), es posible utilizar la premisa estadística de que la desviación típica de una serie de eventos independientes es igual a la raíz cuadrada de la suma de las varianzas, esto es en general :

$$\delta_L = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \dots + \delta_n^2}$$

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

Si tenemos una desviación típica de la demanda de 15 unidades diarias, con un plazo (L) de 4 días, la desviación típica para el periodo se hallará así:

$$\delta_L = \sqrt{15^2 + 15^2 + 15^2 + 15^2} = \mathbf{30}$$

Luego para calcular Z, calculamos E(z), que es el numero de unidades faltantes que satisfacen el nivel de servicio deseado (de tablas obtenemos el Z adecuado).

Si P es el nivel de servicio deseado, en el curso de un año faltarían (1-P)D unidades, siendo D la demanda anual

## ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

Si se ordenan Q unidades en cada pedido, colocaríamos D/Q pedidos en el año, las tablas de valores previstos de Robert Brown están basados en  $\delta_L = 1$ , por esto cualquier E(z) que aparezca en la tabla debe multiplicarse por  $\delta_L$  si es distinto de 1.

El numero previsto de unidades faltantes por orden es :

$$E(z)\delta_L$$

Para el año el numero previsto de unidades faltantes es

$$E(z)\delta_L \frac{D}{Q}$$

## ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

Formulando la ecuación nuevamente tenemos :

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Porcentaje} \\ \text{faltante} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{l} \text{Demanda} \\ \text{anual} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{Numero de faltantes} \\ \text{por pedido} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{l} \text{Numero de pedidos} \\ \text{por año} \end{array} \right]$$

$$[1 - P] \times [D] = [E(z)\delta_L] \times \left[ \frac{D}{Q} \right]$$

Lo que podemos simplificar así :

$$E(z) = \frac{(1 - P)Q}{\delta_L}$$

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

**En esta ecuación:**

**P = Nivel de servicio deseado**

**1 - P = Fracción de la demanda insatisfecha**

**D = Demanda Anual**

**$\delta_L$  = Desviación Típica de la demanda durante el plazo**

**Q = Cantidad economica a pedir**

**E(z) = numero previsto de unidades faltantes en cada ciclo de pedido (tabla de Brown)**

En esta ecuación no se considera D, esto porque E(z) es el número de unidades faltantes en cada ciclo de pedido, y en un año existen D/Q pedidos

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE RESERVA DE SEGURIDAD**

MODELO Q CON NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO:

Consideremos el siguiente caso :Se tiene un almacén que utiliza la cantidad económica de pedido para administrar sus inventarios, uno de sus productos tiene una demanda anual de 1.000 unidades, el EOQ es de 200 unidades, el Gerente ha determinado que desea mantener un nivel de servicio de 95%, se conoce que la desviación estándar de la demanda durante el plazo es de 25 unidades y el plazo para las entregas del proveedor es de 15 días. (año de 250 días)

El Gerente desea conocer el punto de pedido

$$\mathbf{R} = \bar{\mathbf{d}}\mathbf{L} + \mathbf{Z}\delta_{\mathbf{L}} \quad \mathbf{E}(\mathbf{z}) = \frac{(\mathbf{1} - \mathbf{P})\mathbf{Q}}{\delta_{\mathbf{L}}}$$

## **MODELOS DE PERIODO DE TIEMPO FIJO**

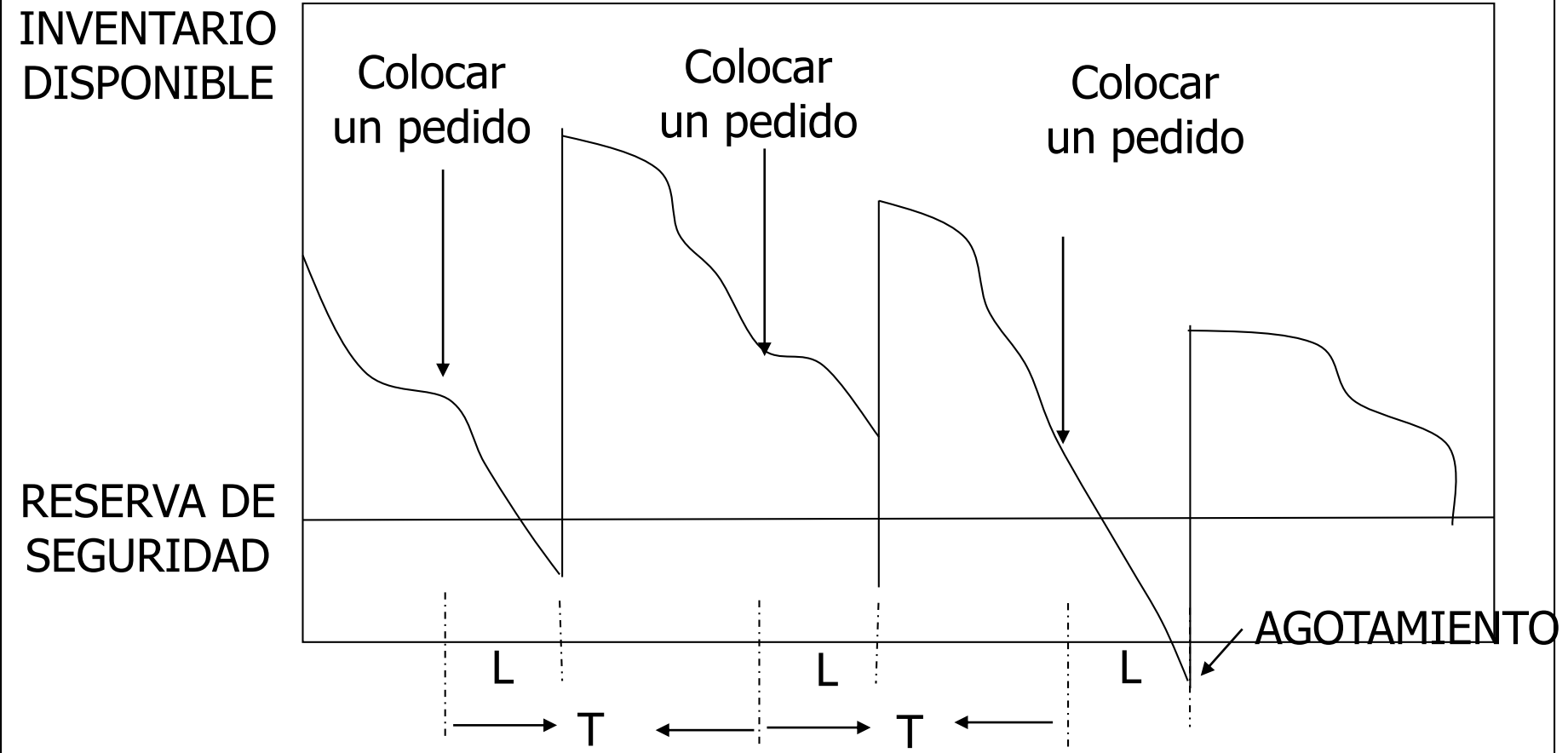
En estos modelos el inventario se cuenta solo en determinados momentos, cada semana, cada mes, etc.

Los pedidos en este modelo varían de periodo a periodo, dependiendo de las tasas de utilización, estos requieren por lo general una reserva de seguridad de mayor nivel que la reserva de seguridad de los modelos Q.

El sistema de cantidad fija supone un conteo continuo del inventario disponible, colocando un pedido inmediatamente después de alcanzarse el punto de pedido (R). En contraste los modelos P suponen el conteo del inventario solo en el momento específico de la revisión, es posible que una demanda grande lleve las existencias a cero inmediatamente después de la colocación del pedido

# MODELOS DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO

Así se ve este modelo gráficamente





## MODELOS DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO

En un modelo de tiempo fijo, los nuevos pedidos se colocan en el momento de la revisión (T) y la reserva de seguridad que debe ordenarse es la siguiente

$$\mathbf{R} = \mathbf{Z}\delta_{t+L}$$

En un modelo Q, la reserva de seguridad se calcula así :

$$\mathbf{R} = \mathbf{dL} + \mathbf{Z}\delta_L$$

La cantidad (Q) a ordenar en estos modelos es :

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Cantidad del} \\ \text{pedido} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{Demanda promedio} \\ \text{durante el periodo} \\ \text{de vulnerabilidad} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{Reserva de} \\ \text{seguridad} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{Inventario disponible} \\ \text{en el momento de la} \\ \text{revisión} \end{array} \right]$$

$$\mathbf{Q} = \bar{\mathbf{d}}(\mathbf{T} + \mathbf{L}) + \mathbf{Z}\delta_{\mathbf{T}+\mathbf{L}} - \mathbf{I}$$

## **MODELOS DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO**

En esta ecuación :

**Q = Cantidad que debe ordenarse**

**T = Numero de días transcurridos entre las revisiones**

**L = Plazo de reposición en días**

**$\bar{d}$  = Demanda promedio diaria**

**Z = Numero de desviaciones estándar para un nivel de servicio específico**

**$\delta_{t+L}$  = Desviación típica de la demanda durante la revisión y el plazo**

**I = Nivel actual de inventario (incluye artículos ordenados)**

## **MODELOS DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO**

En estos modelos, la demanda, el plazo, el periodo de revisión, etc., pueden cualesquiera unidades de tiempo, como días, semanas, meses o años, pero siempre deben ser consistentes en toda la ecuación.

Para el calculo de la demanda promedio, esta puede proyectarse y revisarse en cada periodo de revisión, si esto se considera necesario, o puede utilizarse el promedio anual si se cree conveniente. Se supone siempre una demanda normalmente distribuida.

El valor Z lo obtenemos resolviendo la siguiente ecuación:

$$E(z) = \frac{dT(1-P)}{\delta_{t+L}}$$

## **MODELOS DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO**

En esta ecuación :

**$E(z)$  = Numero previsto de unidades faltantes  
(de la tabla de robert Brown)**

**$P$  = Nivel de servicio deseado (expresado en porcentaje)**

**$\bar{d}$  = Demanda promedio diaria**

**$T$  = Numero de días del periodo de revisión**

**$\bar{d}T$  = Demanda durante el periodo de revisión**

**$\delta_{t+L}$  = Desviación típica de la demanda durante la revisión  
y el plazo**

## **MODELOS DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO**

Veamos el siguiente caso :

En un almacén conocen que la demanda diaria de un producto es de 10 unidades con una desviación estándar de 3 unidades. El periodo de revisión es de 30 días y el plazo es de 14 días.

La gerencia ha establecido la política de satisfacer el 98% de la demanda con base en las existencias, al comienzo del periodo de revisión hay 150 unidades en inventario.

¿Cuántas unidades se deben ordenar en el nuevo pedido?

$$Q = \bar{d}(T + L) + Z\sigma_{T+L} - I$$

## MODELOS DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO

Resolviendo la ecuación para Q tenemos :

$$Q = 10(30 + 14) + Z\delta_{T+L} - 150$$

Necesitaremos hallar Z y  $\delta_{T+L}$

Para encontrar  $\delta_{T+L}$  utilizamos la noción de que la desviación típica de una secuencia de variables aleatorias independientes es igual a la raíz cuadrada de la suma de las varianzas.

Entonces la desviación estándar durante el periodo (T + L) es :

$$\delta_{t+L} = \sqrt{\sum_{i=1}^{T+L} \delta^2_d}$$

## MODELOS DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO

Si consideramos que cada día es independiente y la desviación de la demanda es constante, entonces :

$$\delta_{t+L} = \sqrt{(t+L)\delta^2_d} = \sqrt{(30+14)*(3)^2} = 19.90$$

**Para encontrar Z , debemos encontrar E(z) y, utilizando las tablas de los valores previstos, hallar el valor del Z correspondiente. E(z) lo hallamos así :**

$$E(z) = \frac{\bar{d}T(1-P)}{\delta_{T+L}} = \frac{10*30*(1-0.98)}{19.90} = 0.302$$

**Utilizando las tablas encontramos que para un E(Z) = 0.302, Z = 0.20**

## **MODELOS DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECIFICO**

Encontrados los valores para :

$$\delta_{t+L} = 19.90$$

$$Z = 0.20$$

$$I = 150 \text{ unidades y}$$

$$E(z) = 0.302$$

**podemos entonces calcular la cantidad que debemos ordenar utilizando la ecuación :**

$$Q = \bar{d}(T + L) + Z\delta_{T+L} - I$$

$$Q = 10(30 + 14) + (0.20) * (19.90) - 150 = 294$$

**La cantidad a pedir para satisfacer en un 98% la demanda, será entonces de 294 unidades.**



## **DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD**

En el manejo de inventarios sucede que la demanda no es constante, es variable, con una variabilidad que podemos medir. Utilizando la estadística, podemos establecer la desviación típica de la demanda (esto en caso de que tengamos la información adecuada y suficiente). Suponemos que la demanda se comporta normalmente y por lo tanto aplicamos los conceptos estadísticos para una función normalmente distribuida.

La desviación típica la podemos calcular mediante la siguiente formula :

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n-1}}$$

## **DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD**

**en esta ecuación:**

**$\delta$  = Desviación típica**

**f = Frecuencia**

**d = Desviación sobre la media**

**$d^2$  = Desviación sobre la media al cuadrado**

**n = Numero de datos del análisis**

Así mismo como sucede para el caso de demanda normalmente distribuida, sucede que el tiempo que el proveedor se demora en entregar no es constante, es variable e igualmente se comporta como una función normalmente distribuida, por lo tanto puedo aplicar la misma formula para calcular su desviación.

## **DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD**

El comportamiento entonces del tiempo de entrega, presenta una variabilidad que podemos calcular con la formula :

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n-1}}$$

**en esta ecuación:**

**$\delta$  = Desviación típica**

**f = Frecuencia**

**d = Desviación sobre la media**

**$d^2$  = Desviación sobre la media al cuadrado**

**n = Numero de datos del análisis**

## **DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD**

Analicemos el siguiente caso : la tabla siguiente nos muestra datos correspondientes a las ventas en cajas de producto "X", en la compañía DistriCosas, se han calculado y tabulado además la desviación sobre la media y se han ordenado los datos de ventas diarias y su respectiva frecuencia.

La segunda tabla nos muestra los datos tabulados de los tiempos de entrega con su respectiva frecuencia y cálculos de desviación sobre la media.

Se han graficado la frecuencia vs. Demanda y frecuencia vs tiempo para cada caso (ventas y tiempos de entrega)

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

# DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD

DIA	VENTAS (EN CAJAS)
1	100
2	80
3	70
4	60
5	80
6	90
7	120
8	110
9	100

DIA	VENTAS (EN CAJAS)
10	110
11	130
12	120
13	100
14	80
15	90
16	90
17	100
18	140

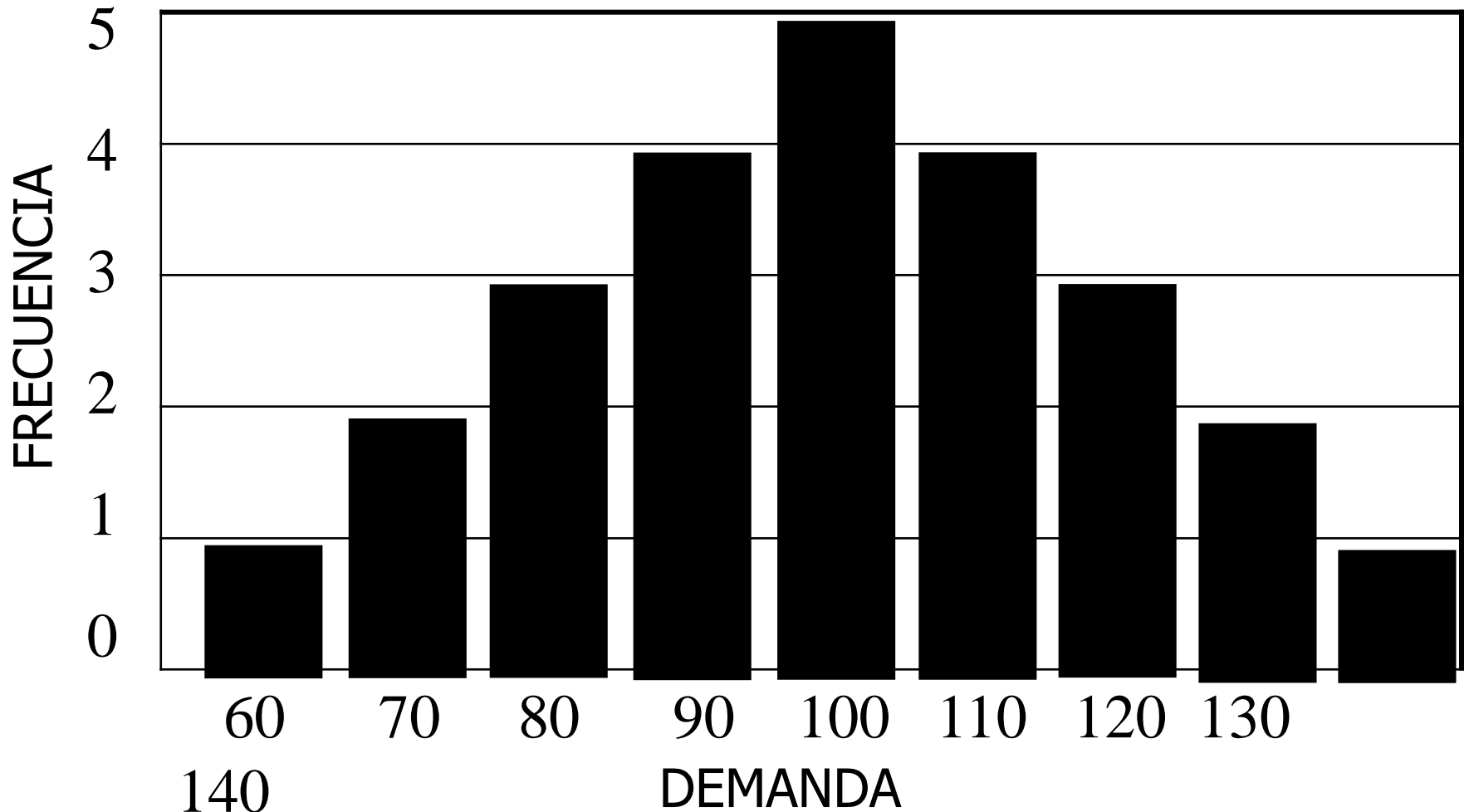
DIA	VENTAS (EN CAJAS)
19	110
20	120
21	70
22	100
23	130
24	110
25	90

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

# DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD

VENTAS DIARIAS (CAJAS)	FRECUENCIA	DESVIACION SOBRE LA MEDIA	DESVIACION AL CUADRADO $d^2$	$fd^2$
60	1	-40	1.600	1600
70	2	-30	900	1800
80	3	-20	400	1200
90	4	-10	100	400
100	5	0	0	0
110	4	10	100	400
120	3	20	400	1200
130	2	30	900	1800
140	1	40	1600	1600
<b><math>\bar{d} = 100</math></b>	<b><math>n = 25</math></b>			<b><math>\sum fd^2 = 10.000</math></b>

# DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD



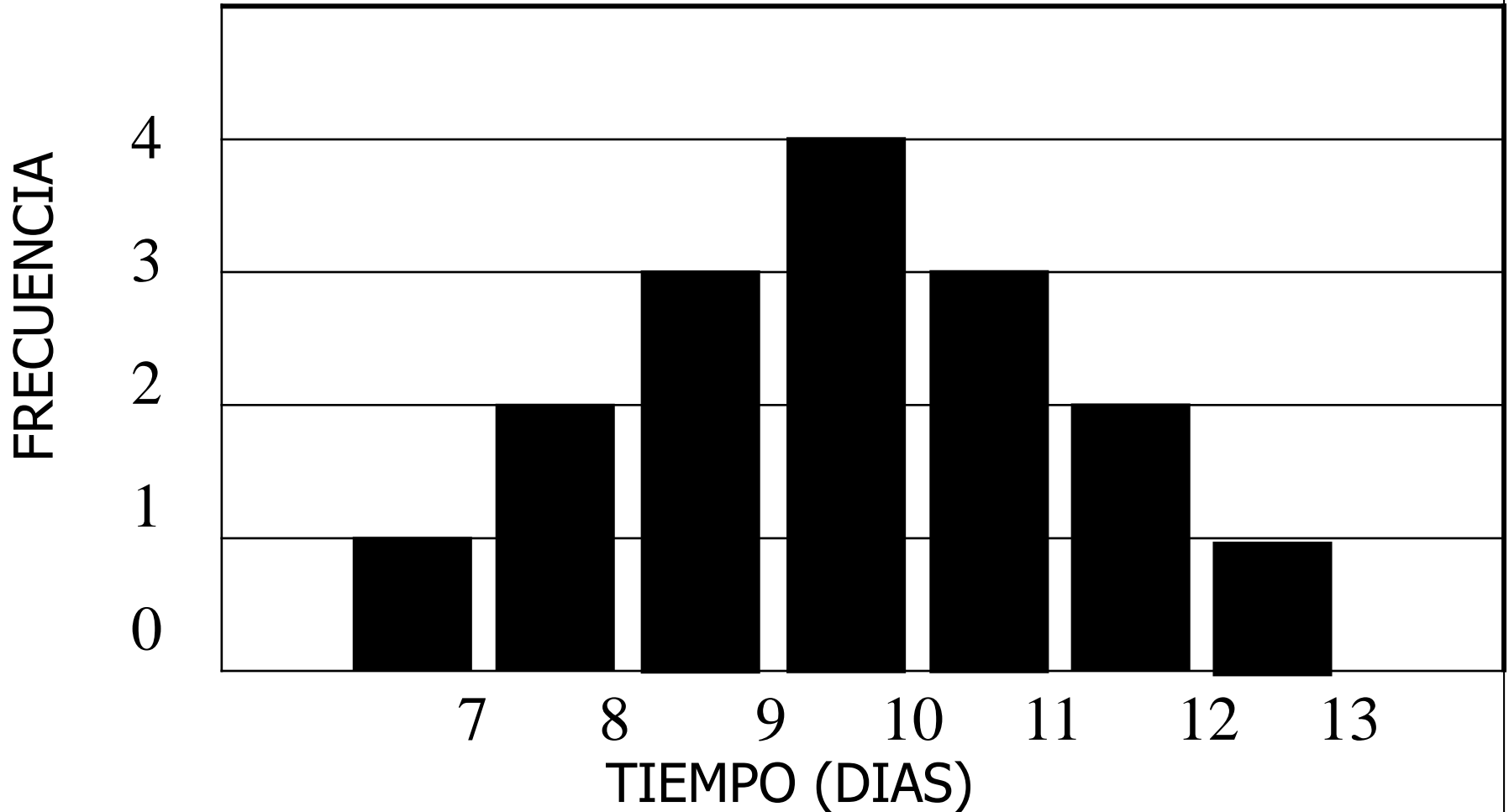
PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

**DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD**

TIEPOS DIARIOS (ENTREGA)	FRECUENCIA	DESVIACION SOBRE LA MEDIA	DESVIACION AL CUADRADO $d^2$	$fd^2$
7	1	-3	9	9
8	2	-2	4	8
9	3	-1	1	3
10	4	-0	100	0
11	3	1	1	3
12	2	2	4	8
13	1	3	9	9
$\bar{t} = 10$	$n = 16$			

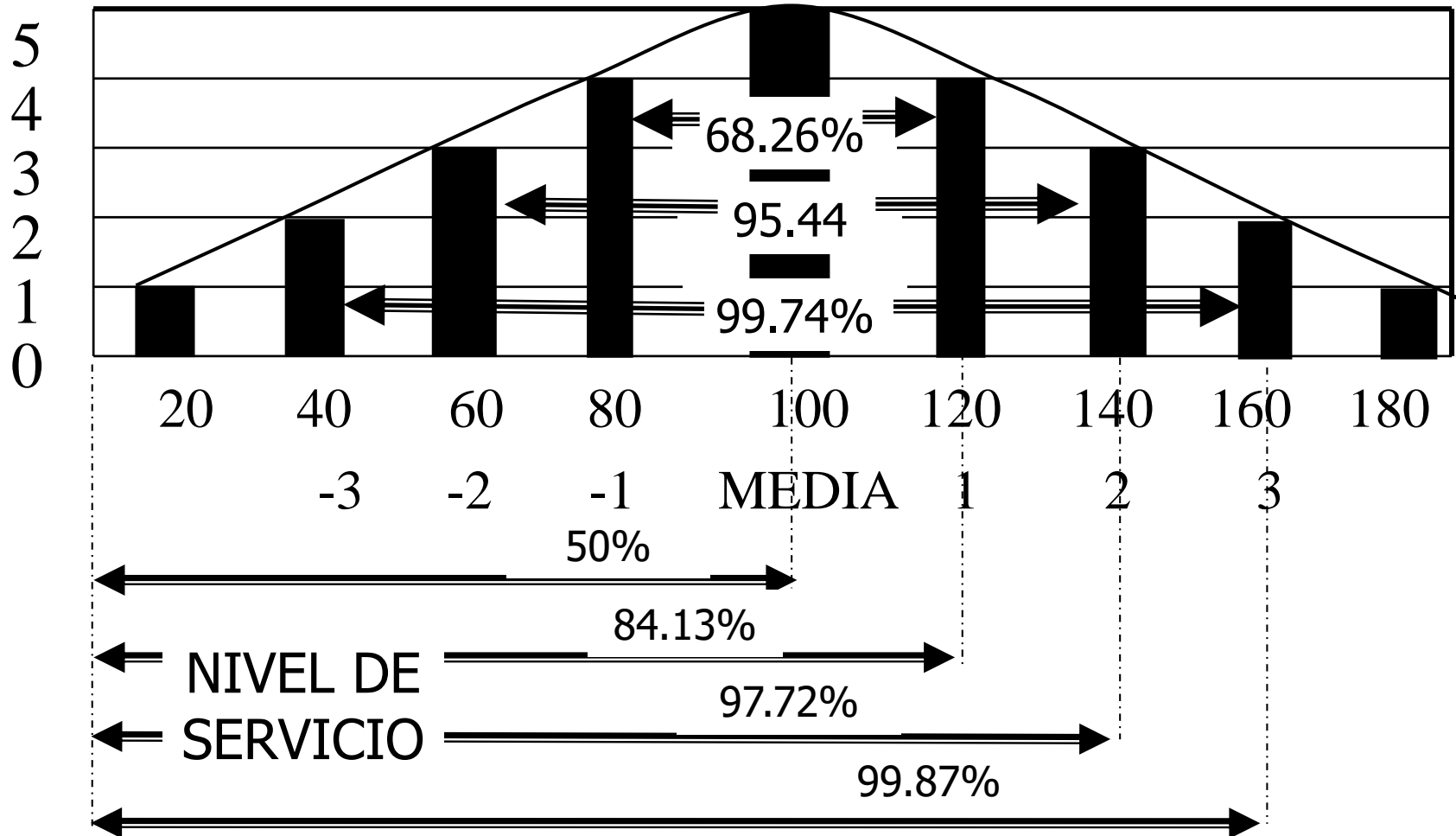


# DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD – RELACION ENTRE NIVEL DE SERVICIO Y LA DISTRIBUCIÓN NORMAL



## **DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD**

La desviación estándar combinada, para el caso anterior, será la desviación que logre combinar la desviación de la demanda y la desviación del tiempo de entrega, para poder tener un calculo más acertado de la reserva de seguridad y así poder garantizar el nivel de servicio que el cliente requiera.

La desviación combinada se calcula mediante la siguiente formula :

$$\delta_c = \sqrt{\bar{t}\delta_d^2 + \bar{d}^2\delta_t^2}$$

## DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD

$$\delta_c = \sqrt{\bar{t}\delta_d^2 + \bar{d}^2\delta_t^2}$$

**En esta formula:**

**$\delta_c$  = Desviación estándar combinada**

**$\bar{t}$  = Tiempo promedio de entrega**

**$\delta_d^2$  = Desviación estándar al cuadrado de la demanda**

**$\delta_t^2$  = Desviación estándar al cuadrado del tiempo de entrega**

**$\bar{d}$  = Demanda promedio**

**Para calcular tanto la desviación de la demanda como la del tiempo de entrega utilizamos la formula:**

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n-1}}$$

## **DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD**

Con los datos tabulados anteriormente vamos a calcular las desviaciones de la demanda y del tiempo respectivamente

**Para la demanda, el calculo de su desviación es de :**

$$\delta_d = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{10.000}{24}} = 20.4$$

**Para la el tiempo de entrega, el calculo de su desviación es de :**

$$\delta_t = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{40}{15}} = 1.63$$

## DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD

La desviación estándar combinada para el caso del producto

"X" es :  $\delta_c = \sqrt{\bar{t}\delta_d^2 + \bar{d}^2\delta_t^2}$

$$\bar{t} = 10 \text{ días}$$

$$\delta_d^2 = (20.4)^2 = 416 \text{ cajas}$$

$$\delta_t^2 = (1.63)^2 = 2.66 \text{ días}$$

$$\bar{d} = 100 \Rightarrow \bar{d}^2 = (100)^2 = 10.000 \text{ cajas}$$

$$\delta_c = \sqrt{(10 * 416) + (10.000 * 2.66)}$$

$$\delta_c = \sqrt{(4160) + (26.000)}$$

$$\delta_c = \sqrt{30.760}$$

$$\delta_c = 175 \text{ cajas}$$

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

# DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADA PARA EL CALCULO DE LA RESERVA DE SEGURIDAD

Para este caso podemos resumir las alternativas de la reserva de seguridad de debemos llevar para satisfacer diferentes niveles de servicio así:

NIVEL DE SERVICIO (%)	DESV. ESTANDAR NECESARIAS	R. SEGURIDAD REQUERIDA (CAJAS)
84.1	1.0	175
90.3	1.3	228
94.5	1.6	280
95.0	1.64	287
97.7	2.0	350
98.0	2.05	359
98.9	2.32	403
99.0	2.33	408
99.5	2.6	455

## **MODELO DE VARIACION EN LOS PRECIOS**

Los modelos Q y P difieren en sus supuestos, pero tienen dos características en común :

1. El costo de las unidades permanece constante
2. El proceso de los nuevos pedidos es continuo (los artículos se piden y se almacenan con la expectativa de la demanda continúa).

El modelo de variación en los precios se refiere al hecho de que en general, el precio de venta de un artículo varia con el tamaño del pedido, este cambio de precio es discreto o por pasos y no por unidad. Por ejemplo los boletines impresos pueden costar \$ 1.000 c/u si compramos entre 10 y 99 unidades o \$ 800 c/u si compramos entre 100 y 1.000 o \$ 500 más de 1.000



## **MODELO DE VARIACION EN LOS PRECIOS**

Para determinar la cantidad óptima a pedir de cualquier artículo que se deba ordenar, utilizando este modelo, se resuelve la cantidad económica para cada precio y el punto de cambio de precio.

Es importante tener presente que no todas las cantidades económicas a pedir, determinadas por la formula, son viables.

El costo total factible de cada lote económico a pedir y la cantidad a pedir de acuerdo con la con variación en los precios se tabula y la  $Q$  que nos genere mínimo costo es la cantidad óptima a pedir.

**MODELO DE VARIACION EN LOS PRECIOS**

Veamos el caso siguiente : se conoce la siguiente información para un producto en un almacén :

$D = 15.000$  unidades (demanda anual)

$S = \$ 20.000$  por pedido

$H = 20\%$  del costo unitario

$C_u =$  Es costo por unidad y depende del tamaño del lote a ordenar así :

De 0 a 499 unidades \$ 5.000/unidad

De 500 a 999 unidades \$ 4.500/unidad

1.000 o más unidades \$ 3.900/unidad

Cual deberá ser la cantidad a ordenar que minimice los costos?.

## **CLASIFICACION ABC DE INVENTARIOS**

La administración de los inventarios, cualesquiera que ellos sean, requiere tiempo y dinero (colocación de pedidos, recibo de existencias, conteos, vigilancia, seguros, etc.,). Estos recursos siempre son limitados, por esto lo lógico es tratar de utilizarlos de la forma más eficiente posible.

Esta reflexión nos obliga entonces a concéntranos en los artículos más importantes del inventario.

En la vida diaria se cumple que la mayoría de las decisiones tienen relativamente poca importancia, pero unas pocas decisiones le dan forma al futuro.

## **CLASIFICACION ABC DE INVENTARIOS**

Este principio es lo que se conoce como el principio de PARETO o el principio de los pocos vitales y los muchos triviales, en los sistemas de inventarios también se cumple que unos pocos productos representan la mayor parte de la inversión o del movimiento.

Todo sistema de inventario debe especificar el momento en el cual se coloca un pedido y la cantidad de unidades que se deben ordenar. El control de inventarios involucra, por lo general, tantos artículos que es poco práctico darle un tratamiento integral a cada uno de ellos. Para resolver este inconveniente el sistema de clasificación ABC divide los artículos del inventario en tres grupos distintos.

## **CLASIFICACION ABC DE INVENTARIOS**

A – alto volumen en pesos

B – Volumen en pesos moderado

C – Bajo volumen en pesos

La clasificación por costos es muy significativa, sin embargo es posible que un producto bajo en costo pero de movimiento muy altos sea muy importante.

Si tomamos una lista de productos ordenada por costos y la dividimos en tres grupos, encontramos que generalmente el primer grupo esta conformado por 15% aproximadamente de los productos, el segundo grupo esta conformado por un 35% aproximadamente y en tercer grupo por un 50%.

## **CLASIFICACION ABC DE INVENTARIOS**

Es posible que la segmentación de los productos, algunas veces, no sea tan clara, sin embargo, el objetivo es poder separar lo más importante de lo que no lo es.

El propósito de separar los inventarios por grupos es el de establecer un grado de control adecuado sobre cada uno de los productos. Esto generalmente se refiere a los tiempos de revisión de inventarios y a la realización de nuevos pedidos por ejemplo. Los artículos del grupo A podrán controlarse mejor con pedidos semanales, los grupo B con pedidos quincenales y los del grupo C con pedidos mensuales o trimestrales.

Existen artículos que pueden ser críticos para un sistema si su ausencia crea una pérdida considerable, en este caso sin importar la clasificación del artículo, se debe mantener una existencia grande para prevenir un agotamiento, una manera de garantizar un mejor control es clasificarlo como A o B forzándolo a entrar en esta categoría sin importar costo o volumen.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## DE LA PROGRAMACION Y EL CONTROL DE LA PRODUCCION

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

El control y la programación de la producción tienen que establecer medios para poder lograr y mantener una continua evaluación de ciertos factores que influyen en su determinación: la demanda de los clientes, la situación del capital, la capacidad productiva de la empresa, etc. Una evaluación proactiva deberá tomar en cuenta no solo el estado actual de los diferentes factores sino que deberá también proyectarlo al futuro.

Se puede definir el control de producción, como **"la toma de decisiones y acciones que son necesarias para corregir el desarrollo de un proceso, de modo que se apegue al plan trazado"**.

Una definición más amplia, según el diccionario de términos para el control de la producción y el inventario, sería:

"Función de dirigir o regular el movimiento metódico de los materiales por todo el ciclo de fabricación, desde la requisición de materias primas, hasta la entrega del producto terminado, mediante la transmisión sistemática de instrucciones a los subordinados, según el plan que se utiliza en las instalaciones del modo más económico".



## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Para lograr el objetivo, la gerencia de la empresa y en especial el Controlador y programador de producción debe estar al tanto del desarrollo de los trabajos a realizar, el tiempo y la cantidad producida; los recursos a utilizar; así como de modificar los planes establecidos, respondiendo a situaciones que los cambios de los mercados o que los mismos clientes manifiesten.

A que preguntas responde el control de producción:

1. ¿Qué es lo que se va a hacer?
2. ¿Quién ha de hacerlo?
3. ¿Cómo?, ¿Dónde?, y ¿Cuándo se va a cumplir?

El control es algo más que planeación.

"Control", es la aplicación de varias formas y medios, para asegurar la ejecución del programa de producción deseado.

### **FINALIDAD DEL CONTROL DE LA PRODUCCION**

La finalidad del Planeamiento y Control de la Producción es aumentar la eficiencia y la eficacia del proceso productivo en una empresa. Por esto podemos afirmar que se tiene una doble finalidad al hacer programación y control de la producción: actuar sobre los medios de producción para aumentar su rendimiento (eficiencia) y cuidar que los objetivos de producción sean alcanzados para beneficio de los clientes (eficacia).

Para atender esta doble finalidad, la planeación y el control de la producción deben diseñar modelos que permitan realizar unos programas y permitan controlar el desempeño.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Se debe entonces, por un lado establecer anticipadamente lo que la empresa deberá producir (Pronósticos) y en consecuencia lo que deberá disponer de materias primas y materiales, de equipos, de personas, máquinas, así como existencias de productos acabados y de materias primas y suministros (Control de Inventarios) para proveer las ventas.

Por otro lado, la planeación y Control de la Producción deberán monitorear (hacer seguimiento) y controlar el desempeño de la producción en relación con lo que se planeo, corrigiendo eventuales desviaciones o errores que puedan surgir. (corrigiendo programas de producción si es necesario)

Se debera planear y controlar la Producción antes, durante y después del proceso productivo.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Antes, cuando planea el proceso productivo, programa de materiales, máquinas, personas y existencias. (Planeación de la capacidad y revisión de inventarios)

Durante y después, cuando controla el funcionamiento del proceso productivo para mantenerlo de acuerdo con lo que fue planeado. (Aseguramiento de la capacidad)

Así, la planeación y Control de la Producción aseguran la obtención de la máxima eficiencia y eficacia del proceso de producción de la empresa respondiendo al objetivo primordial que es mantener un alto nivel de servicio a los clientes.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Funciones del control de producción.

- Pronosticar la demanda del producto, indicando la cantidad en función del tiempo.
- Comprobar la demanda real, compararla con la planteada y corregir los planes si fuere necesario.
- Establecer volúmenes económicos de partidas de los artículos que se han de comprar o fabricar.
- Determinar las necesidades de producción y los niveles de existencias en determinados puntos de la dimensión del tiempo.
- Comprobar los niveles de existencias, comparándolas con los que se han previsto y revisar los planes de producción si fuere necesario.

[9ei](#)

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

- Elaborar programas detallados de producción (siempre indicando en unidades las cantidades a producir)
- Planear la distribución de productos. (como llegar oportunamente a los clientes y al menor costo posible)

La programación de la producción dentro de las fábricas y la conservación de la existencia (no mas de la necesaria) constituyen el medio central de la producción. El proceso de fabricación está constituido por corriente de entrada de materiales que se utilizan en el producto; y la operación que abarca la conversión de la materia prima (empleo, equipo, tiempo, dinero, dirección, etc.) en producto acabado que constituye el potencial de salida.

## Como se organiza un Sistema de Producción

**Producción:** Se ocupa específicamente de la actividad de producción de artículos, es decir, de su diseño, su fabricación y del control del personal, los materiales, los equipos, el capital y la información para el logro de esos objetivos.

**Operaciones:** Es un concepto más amplio que el de producción. Se refiere a la actividad productora de artículos o servicios de cualquier organización ya sea pública o privada, lucrativa o no.

La gestión de operaciones, por tanto, engloba a la dirección de la producción.

**Producto:** Es el nombre genérico que se da al resultado de un sistema productivo y que puede ser un bien o un servicio. Un servicio es una actividad solicitada por una persona o cliente.

### **Actividad productiva:**

Producir es transformar unos bienes o servicios (factores de producción o inputs) en otros bienes o servicios (outputs o productos).

Producir es también crear utilidad o aumentar la utilidad de los bienes para satisfacer las necesidades humanas.



## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Entonces podemos decir que la actividad productiva no se limita a la producción física. Estas actividades se denominan actividades económicas productivas y son aquellas que consiguen que el producto tenga un mayor valor. El concepto de producción se divide en:

Producción en sentido genérico, económico o amplio: es la actividad económica global que desarrolla un agente económico por la que se crea un valor susceptible de transacción.

Producción en sentido específico, técnico-económico o estricto: es la etapa concreta de la actividad económica de creación de valor que describe el proceso de transformación.

[xzz2dYYhfxYo](#)

## **Función de producción:**

Es aquella parte de la organización que existe fundamentalmente para generar y fabricar los productos de la organización. La función de producción a su vez está formada por:

**Proceso de transformación:** es el mecanismo de conversión de los factores o inputs en productos u outputs.

## **Está compuesto por:**

**Tarea:** es una actividad a desarrollar por los trabajadores o máquinas sobre las materias primas.

### **Flujo:**

**Flujo de bienes:** son los bienes que se mueven de: una tarea a otra tarea; una tarea al almacén; el almacén a una tarea.

**Flujos de información:** son las instrucciones o directrices que se trasladan.

**Almacenamiento:** se produce cuando no se efectúa ninguna tarea y el bien o servicio no se traslada.

**Output o salidas:** son los productos obtenidos o servicios prestados. Se producen también ciertos productos no deseados (residuos, contaminación, etc.).

**Entorno o medioambiente:** son todos aquellos elementos que no forman parte de la función de producción pero que están directa o indirectamente relacionados con ella.

**Existen dos tipos:**

**Entorno genérico:** Es todo aquello que rodea a la empresa o coincide con el entorno de la empresa. Por ejemplo: afectan las políticas, condiciones legales, la tecnología.

**Entorno específico:** Es el que engloba al resto de departamentos de la empresa.

**Retroalimentación:** es un mecanismo para conocer si se están cumpliendo los objetivos.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## Clasificaciones del sistema productivo

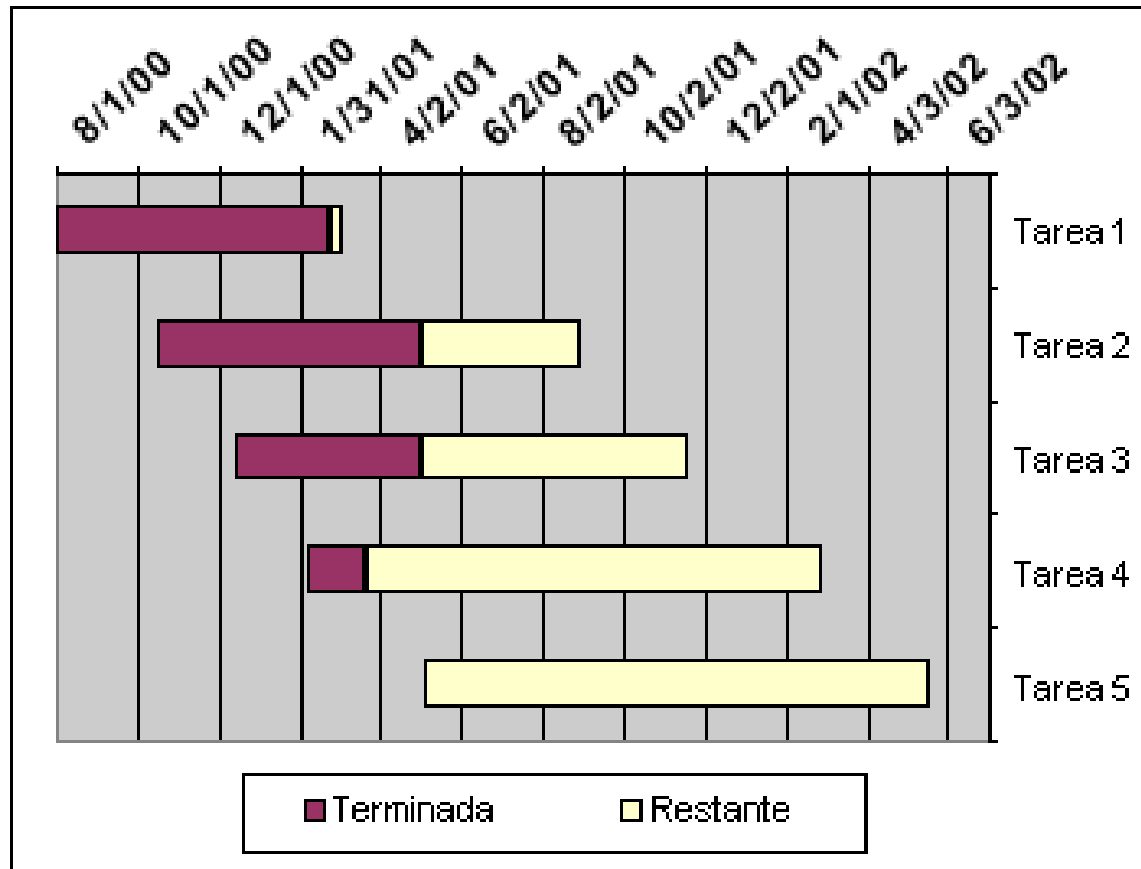
Criterio	Tipo de sistema	Autores
- Tipo de flujo del proceso	- Línea (continuo)	Schroeder (1992)
- Flujo material	- Intermitente (por batch) *	Díaz (1993)
- Tipos para la manufactura	- Por proyecto	Salvendy (s.a.)
Realizacion del volumen de produccion		Ottina (1988)
		Velázquez (1995)
- Tipo de pedido del cliente	- Por pedido *	Schroeder (1992)
- Relación con el cliente	- Para inventario (contra almacén)	Arjona Siria (1979)
		Dilworth (1989)
- Tipos de producción	- En masa	Maynard (1984)
	- En línea	
	- Por lotes *	
- Tiempo de utilización del equipo productivo	-Intermitente o discreto (secuencial o manufacturero) *	Voris (1970)
- Tipo de proceso	- Continuo	Alford (1972)
		Arjona Siria (1979)
		Mallo (s.a.)
		Dilworth (1989)

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Criterio	Tipo de sistema	Autores
Numero de plantas productivas	- Mono-plantas	Arjona Siria (1979)
	- Multiplantas *	
- Respuesta a la demanda	- Para existencia - Según pedido *	Ottina (1988)
	- Montaje según pedido	
- Modo de fabricación de los productos	- Por partes *	Voris (1970)
	- Por proceso	Ottina (1988)
- Condiciones de venta	- A medida	Ochoa Laburu (s.a.)
	- Sobre catálogo *	
	- Contra pedido * - Contra stocks	
- Repetitividad de la producción	- Producción no repetitiva	Ochoa Laburu (s.a.)
	- Productos repetitivos o con demanda repetitiva *	

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## GRAFICOS DE GANTT EN CONTROL DE PRODUCCION



**Henry Laurence Gantt (1861-1919) desarrolló a inicios del siglo XX este método gráfico de planeación y control, que permite contemplar las fases de inicio y finalización de las diversas actividades.**

Llamado también cronograma de actividades o Calendarización, se trata de un gráfico de barras, dónde la longitud de cada barra representa la duración en días, semanas, meses o años de una actividad.

La utilidad de éste gráfico radica en que señala la frecuencia en que debe ejecutarse cierto número de actividades en base a la duración de cada una de las mismas.



## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Consiste en una matriz de doble entrada en la cual se anotan en las filas las diferentes actividades que componen un proyecto, y en las columnas el tiempo durante el cual se desarrollaran las actividades.

La anchura de la columna determina la cantidad de recursos a utilizar.

Por la forma en la que se construye, indica el inicio y el fin de cada.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

El control se realiza por la simple comparación de las barras a una fecha determinada.

El gráfico de Gantt muestra una magnitud de tiempo y una de trabajo que debe ejecutarse en ese tiempo. Las líneas trazadas horizontalmente a través de ese espacio muestran la relación entre el volumen realmente ejecutado de trabajo en ese tiempo y el volumen programado.

Estas gráficas permiten un control muy eficiente en aspectos tales como producción de una fábrica o taller.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA INICIO	DURACION (Dias)	FECHA FIN
1. Diseño del prototipo de producto	ARBOLEDA GOMEZ LAURA MARIA	1 de SEPTIEMBRE	5	5 de SEPTIEMBRE
2. Diseño del proceso productivo	BRACAMONTE RIVERO OMER ANTONIO	2 de SEPTIEMBRE	7	8 de SEPTIEMBRE
3. definición y selección de MP y Proveedores	CASTRO FLOREZ ELIANA PATRICIA	3 de SEPTIEMBRE	3	5 de SEPTIEMBRE
4. Compra e instalacion de equipo	CUESTA QUEJADA CARLOS ANDRES	5 de SEPTIEMBRE	9	13 de SEPTIEMBRE
5. Pruebas de producción	DAVID JIMENEZ JULIAN ANDRES	9 de SEPTIEMBRE	2	10 de SEPTIEMBRE
6. produccion lote 1	Claudia Paz	13 de SEPTIEMBRE	8	20 de SEPTIEMBRE

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA INICIO	DURACION (Dias)	FECHA FIN	RETRASO EN DIAS
1. Diseño del prototipo de producto	ARBOLEDA GOMEZ LAURA MARIA	1 de SEPTIEMBRE	5	5 de SEPTIEMBRE	2
2. Diseño del proceso productivo	BRACAMONTE RIVERO OMER ANTONIO	2 de SEPTIEMBRE	7	8 de SEPTIEMBRE	3
3. definicion y selección de MP y Proveedores	CASTRO FLOREZ ELIANA PATRICIA	3 de SEPTIEMBRE	3	5 de SEPTIEMBRE	0
4. Compra e instalacion de equipo	CUESTA QUEJADA CARLOS ANDRES	5 de SEPTIEMBRE	9	13 de SEPTIEMBRE	5
5. Pruebas de producción	DAVID JIMENEZ JULIAN ANDRES	9 de SEPTIEMBRE	2	10 de SEPTIEMBRE	0
6. produccion lote 1	Claudia Paz	13 de SEPTIEMBRE	8	20 de SEPTIEMBRE	1

# PROGRAMACION Y CONTROL EN PROYECTOS

## METODO DE LA RUTA CRITICA

### PERT Y CPM

## Proyectos:

- Un proyecto se puede definir como una serie de tareas relacionadas que por lo general estan dirigidas a la consecucion de un resultado importante y que requiere un periodo significativo de tiempo para realizarse (Chase Aquilano)
- es cualquier empresa humana con un claro principio y un claro final (Gallagher)

## Proyectos:

- Todos los proyectos poseen características comunes como son:
  - Presentan Combinación de actividades
  - Existe una Relación secuencial entre actividades
  - El tiempo es una variable de preocupación permanente
  - Los recursos no son finitos y exigen control

# Planeación, programación y control

- En la fase de **Planeación** se desglosa el proyecto en actividades, se estiman recursos, tiempo e se definen las interrelaciones entre las diferentes actividades.
- En la fase de **Programación** se detallan las fechas esperadas de inicio y de finalización.
- Durante la fase de **Control se debe mantener** información en tiempo real sobre el estado actual del proyecto y se analiza posibles cambios cuando surgen dificultades.



# Herramientas programación y control

Los métodos CPM (método de la ruta crítica o del camino crítico, *critical path method*) y PERT (técnica de evaluación y revisión de programa, *program evaluation and review techni- que*) se basan en redes, y tienen por objeto auxiliar en la planeación, programación y control de proyectos.

Se define un proyecto como conjunto de actividades interrelacionadas, en la que cada actividad consume tiempo y recursos. El objetivo del CPM y del PERT es contar con un método analítico para programar las actividades.

Las técnicas de programación de la ruta crítica muestran los proyectos gráficamente, relacionando las tareas que lo componen de manera que la atención este puesta en aquellas que son críticas para completar el proyecto.

Para aplicar esta técnica se debe cumplir:

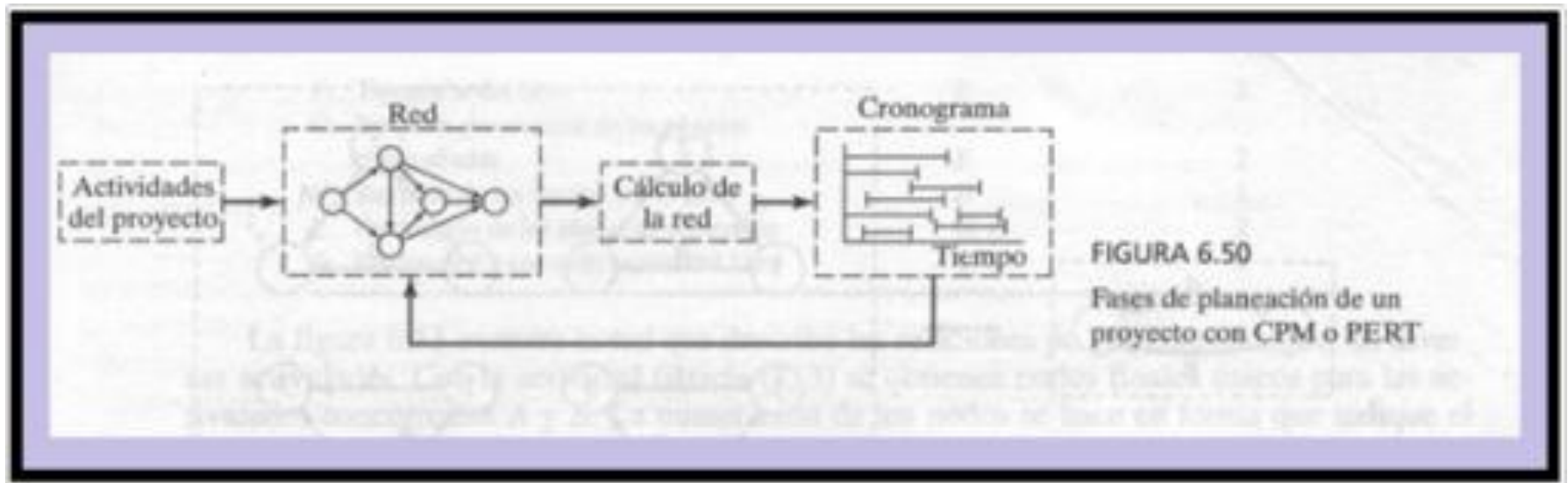
Funciones o tareas bien definidas (Inicio y finalización)

Funciones o tareas independientes, se pueden iniciar, detener y terminar por separado

Las funciones o tareas son ordenadas, debe haber una secuencia de actividades definida

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Resumen los pasos de estas técnicas. Primero se definen las actividades del proyecto, sus relaciones de precedencia y se calcula la red.



## Representación en red

Cada actividad del proyecto se representa con un arco que apunta en la dirección de avance del proyecto. Los nodos de la red establecen las relaciones de precedencia entre las diferentes actividades del proyecto.

Para configurar la red se dispone de dos reglas:

**Regla 1.** *Cada actividad se representa con un arco, y uno sólo.*

**Regla 2.** *Cada actividad se debe identificar con dos nodos distintos.*

## Representación en red

**Regla 3.** *Para mantener las relaciones de precedencia correctas, se deben contestar las siguientes preguntas cuando se agrega a la red cada actividad:*

- a) ¿Qué actividades deben anteceder inmediatamente a la actividad actual?*
- b) ¿Qué actividades deben seguir inmediatamente a la actividad actual?*
- c) ¿Qué actividades deben efectuarse en forma concurrente o simultánea con la actividad actual?*

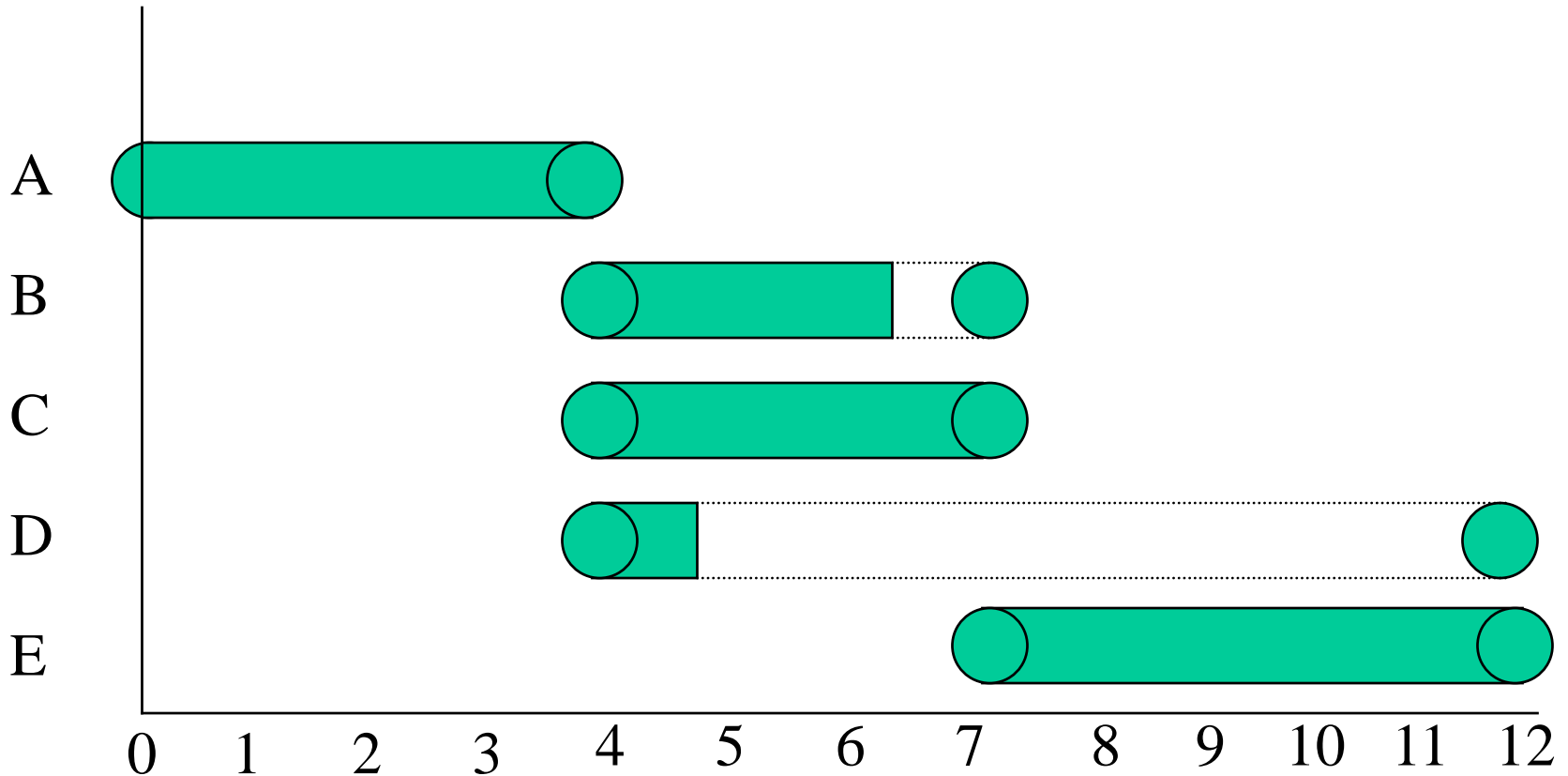
# Ejemplo: Construcción de una casa

---

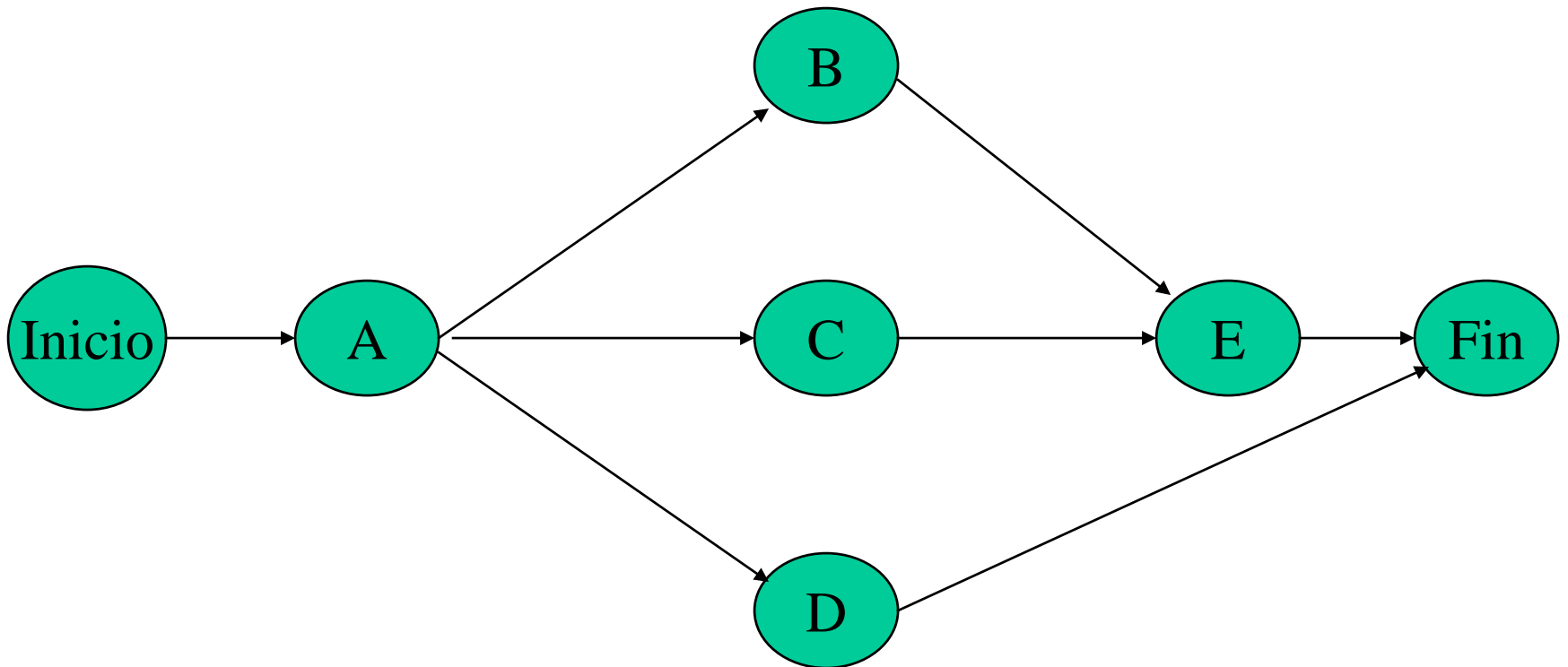
Activ	Descripción	Predecesor	Durac. (sem)
A	Cimientos, paredes	-	4
B	Plomería, electricidad	A	2
C	Techos	A	3
D	Pintura exterior	A	1
E	Pintura interior	B, C	5

---

# Gráfica de Gantt



# Red de actividades





# Ruta crítica

- La Ruta Crítica es la ruta más larga a través de la red
- Determina la longitud del proyecto
- Toda red tiene al menos una ruta crítica
- Es posible que haya proyectos con más de una ruta crítica

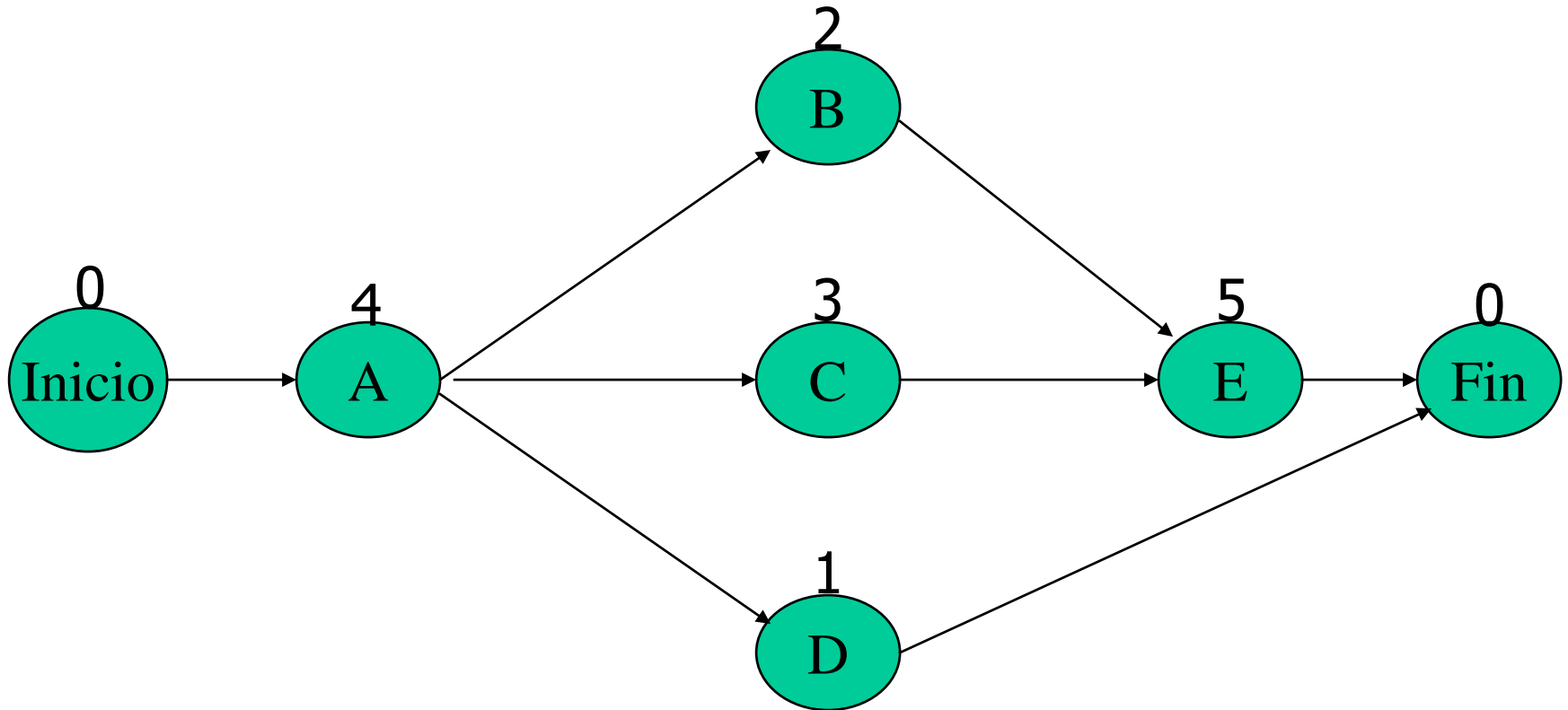
¿Cuál es la ruta crítica de la red?

- Este proyecto tiene tres rutas posibles:
  - Inicio – A – B – E – Fin
  - Inicio – A – C – E – Fin
  - Inicio – A – D – Fin
- ¿Cuál es la duración de cada una?

## Para identificar la ruta critica de un proyecto

- Es necesario agregar a la red los tiempos de cada actividad
- Los tiempos se agregarán en cada nodo
- Las flechas sólo representan la secuencia de las actividades

En el caso propuesto cual sera la ruta critica?



# Metodo para encontrar RC

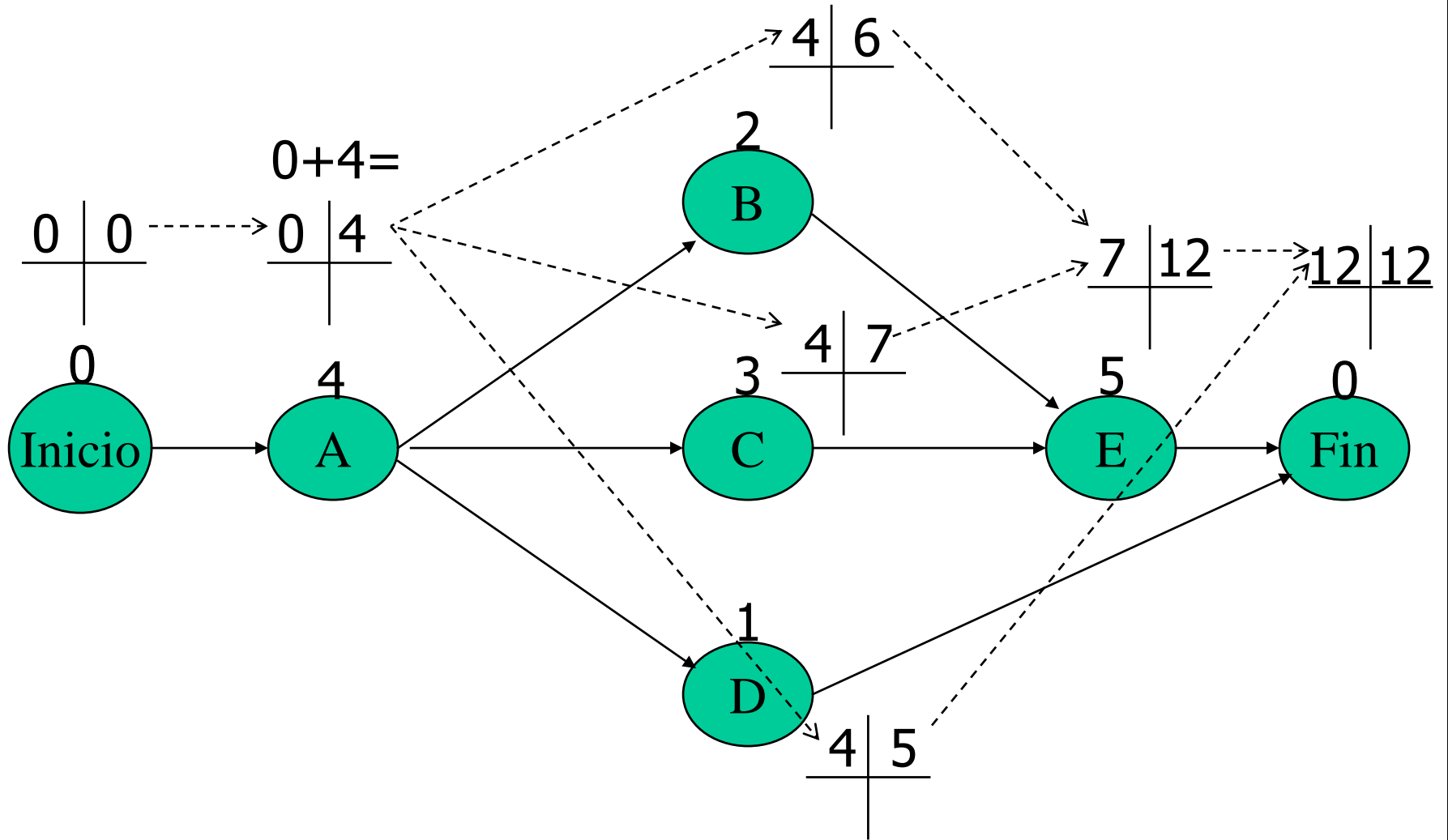
- Para cada actividad se calcularán 4 tiempos
- Se denotarán:

ES	EF
LS	LF

1. Tiempo de inicio temprano: Es el tiempo más temprano posible para iniciar una actividad
  - $ES = EF$  más alto de la(s) actividad(es) anterior(es)

2. Tiempo de terminación temprano: Es el tiempo de inicio temprano más el tiempo para completar la actividad
- $EF = ES$  de la actividad más duración de la actividad
  - El ES y el EF se calculan recorriendo la red de izquierda a derecha

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

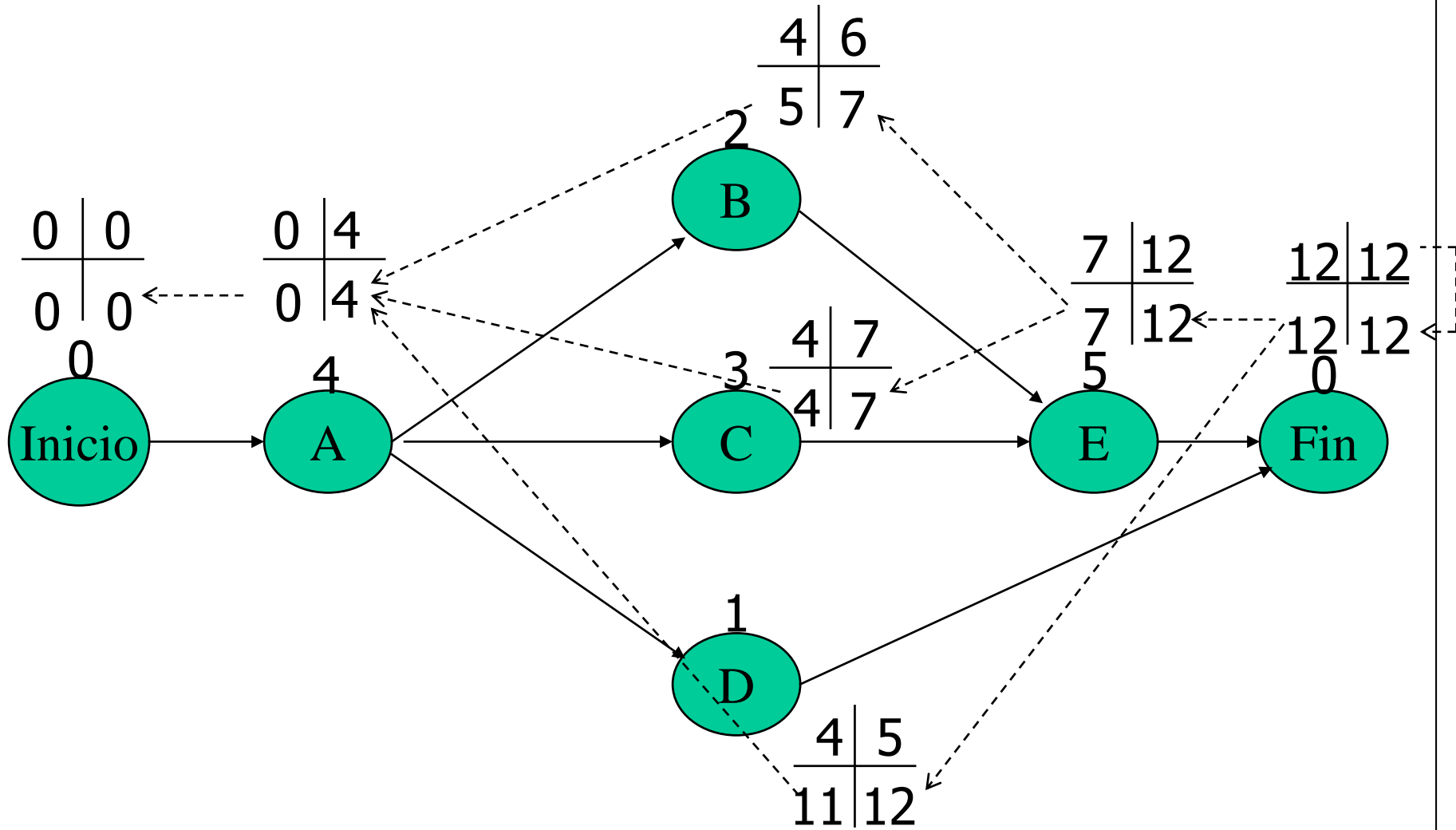




3. Tiempo de terminación más lejana: Es el tiempo más tardío en que se puede completar la actividad sin afectar la duración total del proyecto
  - $LF = LS$  más bajo de la(s) actividad(es) próxima(s)

4. Tiempo de inicio más lejano: Es el tiempo de terminación más lejano de la actividad anterior menos la duración de la actividad
- $LS = LF$  de la actividad – duración de la actividad
  - Para calcular LF y LS la red se recorre de derecha a izquierda

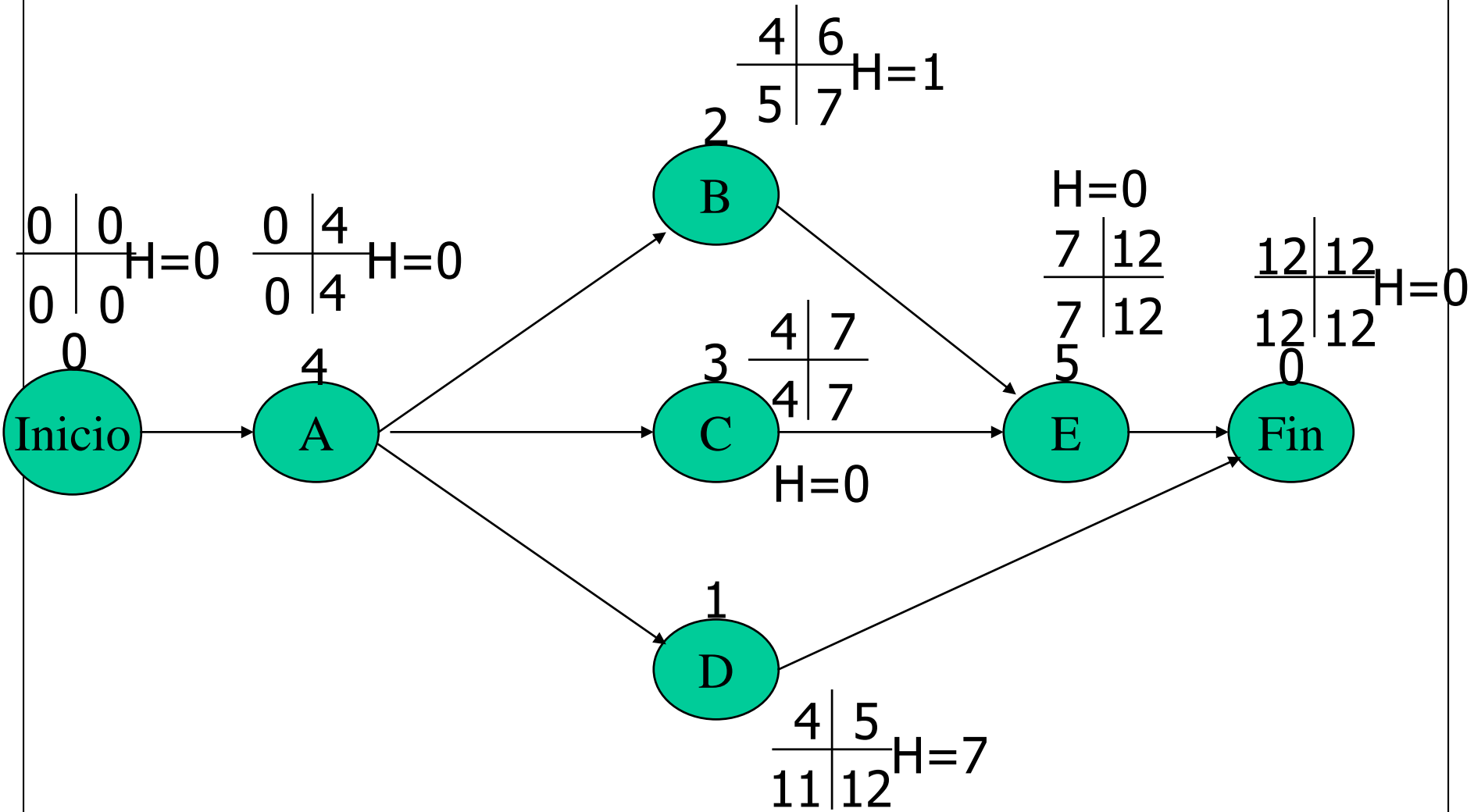
# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION



## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

- Después de calculados los cuatro tiempos de cada actividad, se calculan las holguras
- La holgura es el tiempo que se puede atrasar una actividad sin afectar la duración total del proyecto
- $H = LF - EF$

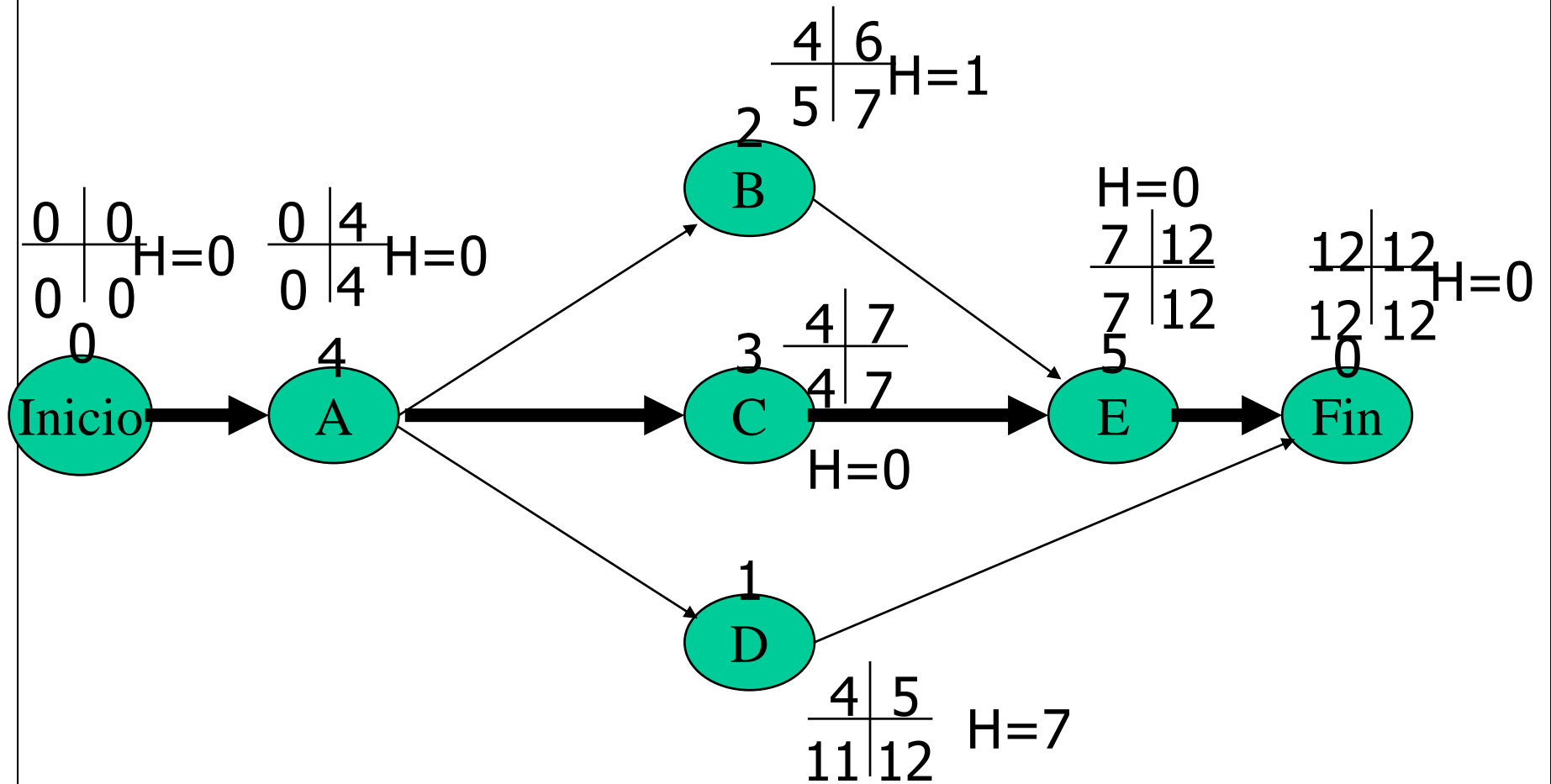
# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION



## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

- La ruta crítica se encuentra como aquella ruta para la cual todas sus actividades tienen holgura igual a cero
- Generalmente se marca en la red la ruta crítica
- En este caso es la ruta:
  - Inicio – A – C – E – Fin

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION



Notas tomadas de :LSCA. ANA KAREN PRIETO SANTOS EE: GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Construyamos el diagrama de precedencia para el siguiente ejemplo

Actividad	Predecesor(es)	Duración (semanas)
<i>A</i> : Lectura del manuscrito por el editor	—	3
<i>B</i> : Preparación de páginas muestra por el tipógrafo	—	2
<i>C</i> : Diseño de la portada del libro	—	4
<i>D</i> : Preparación de las figuras del libro	—	3
<i>E</i> : Aprobación por el autor del manuscrito editado y las páginas muestra	<i>A, B</i>	2
<i>F</i> : Tipografía del libro	<i>E</i>	2
<i>G</i> : Revisión por el autor de las páginas tipografiadas	<i>F</i>	2
<i>H</i> : Revisión de las figuras por el autor	<i>D</i>	1
<i>I</i> : Producción de las placas de impresión	<i>G, H</i>	2
<i>J</i> : Producción y encuadernación del libro	<i>C, I</i>	4



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## RESOLVER

ACTIVIDAD	PRECEDENCIA	DURACION	COSTO
A	E-C	9	1300
B	-	10	700
C	I	13	1000
D	b	12	600
E	b	12	600
F	d	8	800
G	h-j-d	4	2000
H	c-e	2	1000
I	-	8	1000
J	i	3	400
Costo Indirecto = 200\$/día			

## **VENTAJAS PERT y CPM**

- Es una disciplina lógica para planificar y organizar un programa de un proyecto detallado de largo alcance.
- Metodología Standard de comunicar los planes del proyecto mediante un cuadro de tres dimensiones (tiempo, personal; costo).
- Identifica los elementos críticos del plan, y muestra en que problemas potenciales puedan perjudicar el cumplimiento del programa.
- Puede simular los efectos de decisiones alternativas o situaciones imprevistas y brinda una oportunidad para estudiar consecuencias en relación a los plazos de cumplimiento de los programas.
- Muestra probabilidad de cumplir con éxito los planes propuestos.
- CPM es un sistema dinámico, que se mueve con el progreso del proyecto, reflejando en cualquier momento el STATUS presente del plan de acción.

## **METODO PERT (Program Evaluation and Review Technique)**

En CPM se asume que la duración de cada actividad es conocida con certeza. Claramente, en muchas ocasiones este supuesto no es válido. PERT intenta corregir este error suponiendo que la duración de cada actividad es una variable aleatoria. Para cada actividad, se requiere estimar las siguientes cantidades:

**a = Tiempo Optimista.** Duración de la actividad bajo las condiciones más favorables

**b = Tiempo Pesimista.** Duración de la actividad bajo las condiciones más desfavorables

**m = Tiempo Normal.** El valor más probable de la duración de la actividad.

## **METODO PERT (Program Evaluation and Review Technique)**

El tiempo más probable es el tiempo requerido para completar la actividad bajo condiciones normales. Los tiempos optimistas y pesimistas proporcionan una medida de la incertidumbre inherente en la actividad, incluyendo desperfectos en el equipo, disponibilidad de mano de obra, retardo en los materiales y otros factores.

Con la distribución definida, la media (esperada) y la desviación estándar, respectivamente, del tiempo de la actividad para la actividad Z puede calcularse por medio de las fórmulas de aproximación.

$$T_e(Z) = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$\sigma(Z) = \frac{b - a}{6}$$

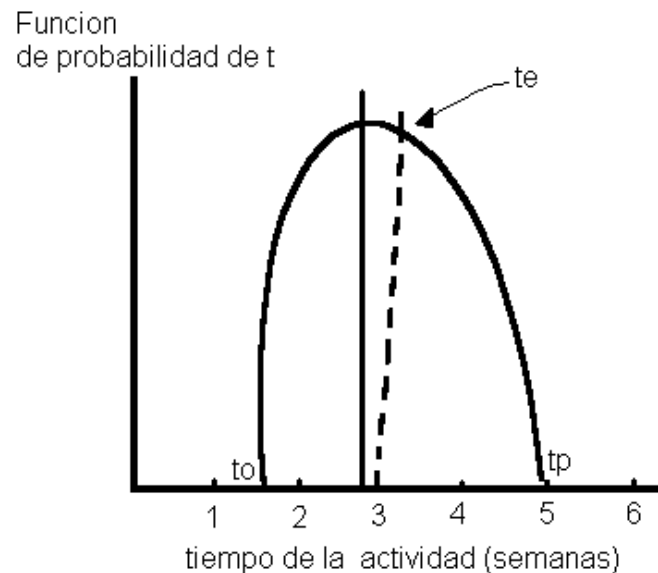
## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

El tiempo esperado de finalización de un proyecto es la suma de todos los tiempos esperados de las actividades sobre la ruta crítica.

De modo similar, suponiendo que las distribuciones de los tiempos de las actividades son independientes (realmente esto es una suposición cuestionable), la varianza del proyecto es la suma de las varianzas de las actividades en la ruta crítica.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

A pesar que en la mayoría de las aplicaciones de PERT/CPM, las actividades no se repiten un numero grande de veces; mas bien, por lo general ocurren solo una vez. **te** sigue siendo el mejor estimador único del tiempo que se requiere para una actividad y es el que tradicionalmente se utiliza.



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Código de la actividad		Tiempo optimista( $t_o$ )	Tiempo mas probable( $t_m$ )	Tiempo pesimista( $t_p$ )
<b>A</b>	---	3.0	5.5	<b>11.0</b>
<b>B</b>	---	1.0	1.5	<b>5.0</b>
<b>C</b>	<b>A</b>	1.5	3.0	<b>4.5</b>
<b>D</b>	<b>B</b>	1.2	3.2	<b>4.0</b>
<b>E</b>	<b>C</b>	2.0	3.5	<b>8.0</b>
<b>F</b>	<b>D</b>	1.8	2.8	<b>5.0</b>
<b>G</b>	<b>E</b>	3.0	6.5	<b>7.0</b>
<b>H</b>	<b>F</b>	2.0	4.2	<b>5.2</b>
<b>I</b>	<b>G, H</b>	0.5	0.8	<b>2.3</b>
<b>J</b>	<b>I</b>	<b>0.8</b>	<b>2.1</b>	<b>2.8</b>

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

•Utilizando **F** como ejemplo, estos datos indican que se estima que la actividad “fabricar envases” requerirá entre **1.8** semanas (estimación optimista) y **5.0** semanas (estimación pesimista), siendo su estimación mas probable **2.8** semanas. El valor que sería probable que ocurriera si la actividad se repitiera varias veces en el tiempo esperado.

$$te = \frac{1.8 + 4(2.8) + 5.0}{6} = 3.0$$



# **TEORIA DE RESTRICCIONES**

**THEORY OF CONSTRAINTS (TOC)**

# TEORIA DE RESTRICCIONES

**ELIYAHU M. GOLDRATT.**

**OBRAS:**

- **La meta**
- **La carrera**
- **Síndrome del pajar**
- **No fue la suerte**
- **Cadena critica**
- **Necesario, mas no suficiente**

## **DEFINICION TOC:**

**Es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar.**

**Metodología sistemática de gestión y mejora de una empresa**

# Objetivo del TOC en la Producción

Proceso de mejoramiento continuo, con un enfoque sistémico, basado en una serie de principios, procedimientos y técnicas con las cuales se evalúa cada acción en términos de la Meta Global de una organización de bienes o servicios.

## LA META

- ✚ **Ganar dinero ahora y en el futuro.**
- ✚ **Los demás objetivos son medidos para conseguir la meta final**



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PARAMETROS DE GESTIÓN

**Beneficio  
neto**

**Rentabilidad**

**Liquidez**

**Ingresos  
netos**

**Inventario**

**Gastos de  
operación**

## PARAMETROS DE EXPLOTACIÓN

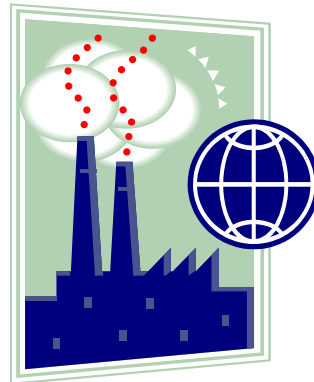


## CONCEPTOS TOC

- **Troughput:** Es la velocidad con que el "Sistema " gana dinero a traves de las ventas. (Costo de Ventas – Costo de materia prima.)
- **Inventario:** dinero que se invierte en adquirir bienes que luego se pretende genere ingresos netos, es decir es el conjunto de dinero que se encuentra retenido en el sistema.
- **Gasto de operación:** Es todo el dinero que el Sistema gasta en transformar el inventario en Troughput

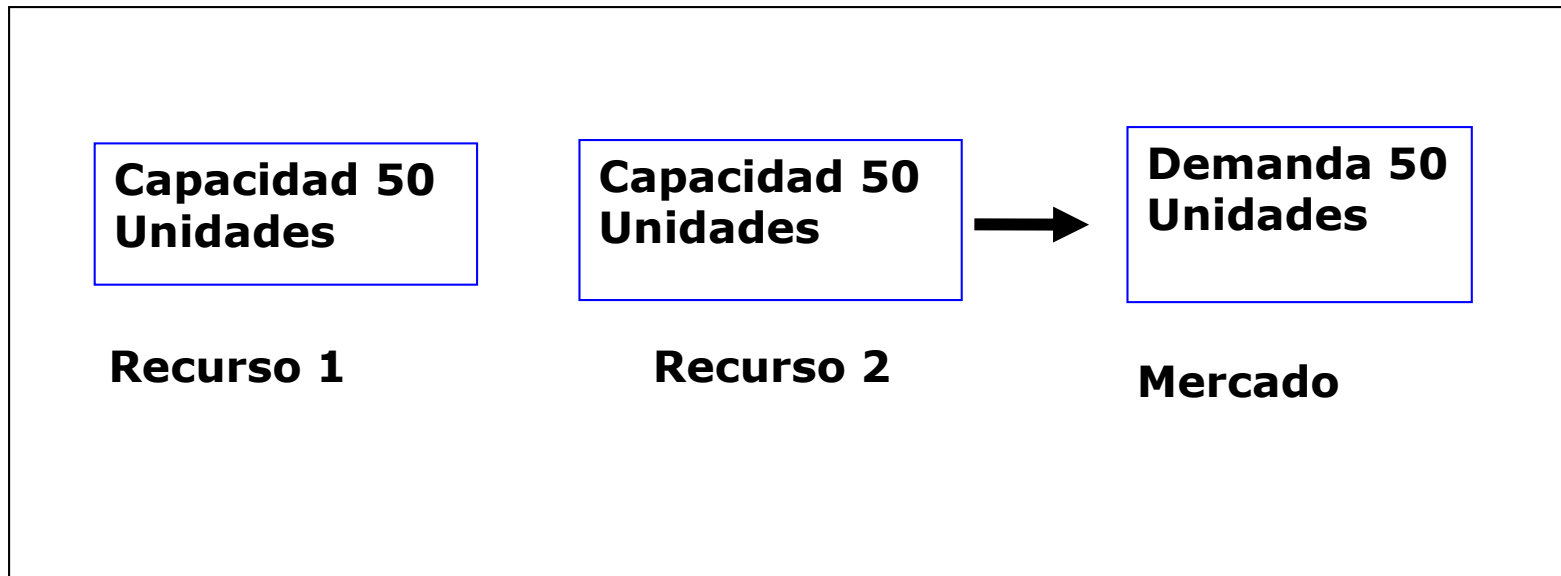
# **PRODUCCIÓN: COMO MEJORAR CON TOC**

**En cualquier sistema de producción existen o se presentan Restricciones que no permiten elevar el Troughput, ni obtener utilidades ilimitadas**



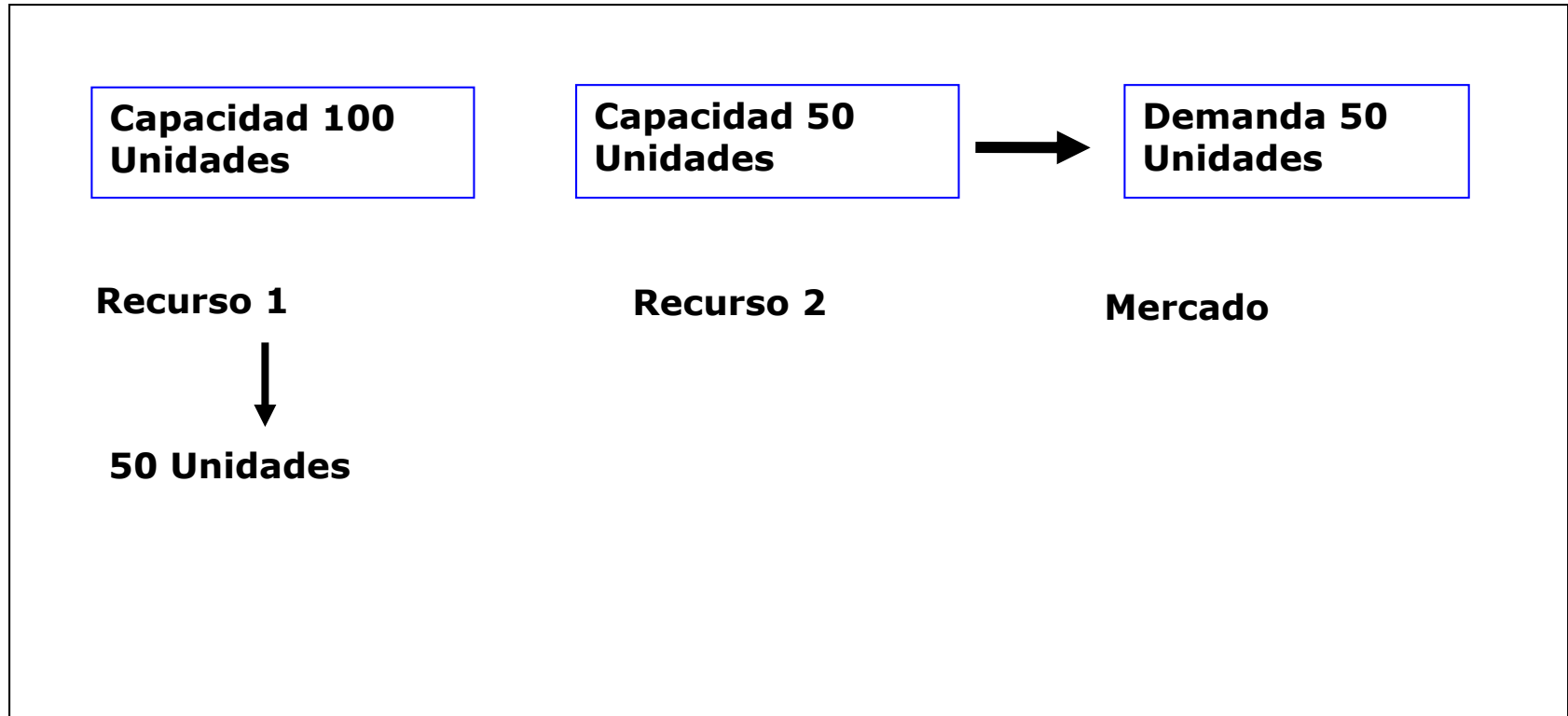


# MODELO IDEALISTA



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## MODELO DE BALANCEO DE PLANTAS

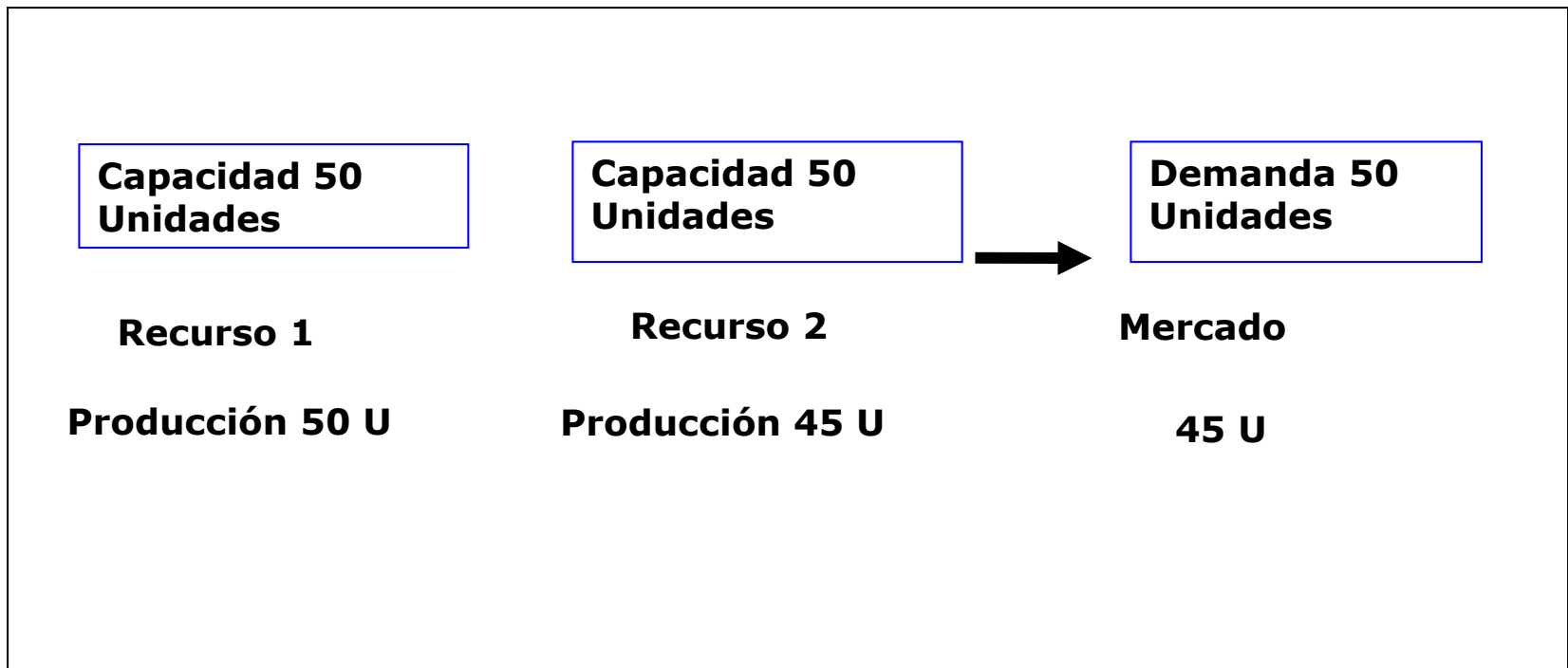


## FENOMENOS QUE AFECTAN ESTOS MODELOS

**Eventos Dependientes:** un evento o una serie de eventos deben llevarse a cabo antes de que otro pueda comenzar.

**Fluctuaciones Estadísticas:** suponer que los eventos dependientes se van a producir sin ningún tipo de alteración es una utopía. Existen fluctuaciones que afectan los niveles de actividad de los distintos recursos productivos.

# DESAJUSTE DEL SISTEMA



## Restricciones

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

### Las restricciones físicas:

- De Mercado
- De Capacidad
- De Materiales
- Logísticas
- Administrativas
- De Comportamiento



## **Restricciones**

### **Las restricciones de política:**

- Reglas
- Procedimientos
- Sistemas de Evaluación
- Conceptos

En general Modelos Mentales de la empresa

## Cuellos de Botella

Son todos aquellos recursos de capacidad limitada que restringen la producción, son las restricciones mas primordiales en un proceso.

- **Recurso cuello de botella:** es aquel cuya capacidad es menor o igual a la demanda que hay de él.
- **Recurso no cuello de botella:** es aquel cuya capacidad es mayor que la demanda que hay de él.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PARADIGMAS A ROMPER



- Operar el sistema como “eslabones” independientes, en lugar de una cadena.
- Tomar decisiones, en función del costo contable, en lugar de hacerlo en función de la contribución a la meta (Throughput).



## PARADIGMAS A ROMPER

Requerimientos de una gran cantidad (océanos) de datos cuando se necesitan de pocos relevantes.

Copiar soluciones de otros sistemas en lugar de desarrollar soluciones propias en base a metodologías de relaciones lógicas de “efecto-causa-efecto”.

# **ENFOQUE SISTEMÁTICO DEL TOC**

*Para Las Restricciones Físicas*

- a) Identificar las restricciones del sistema
- b) Explotar las restricciones del sistema
- c) Subordinar todo a la restricción anterior
- d) Elevar las restricciones del sistema
- e) Si en las etapas previas se elimina una restricción, volver al paso a)

# **ENFOQUE SISTEMÁTICO DEL TOC**

*Para Las Restricciones Políticas*

- a) Árboles de Realidad Actual
- b) Evaporación de Nubes
- c) Árboles de Realidad Futura
- d) Árboles de Prerrequisitos
- e) Árboles de transición

**El sistema DBR (DRUM, BUFFER, ROPE)**  
**Tambor – Amortiguador - Lazo**

1. Programar las entregas de productos a los clientes utilizando las fechas de entrega.
2. Programar las restricciones de capacidad considerando los programas de entrega y las ropes de despacho.

## **El sistema DBR (DRUM, BUFFER, ROPE)**

### **Tambor – Amortiguador - Lazo**

3. Optimizar los programas de las restricciones de capacidad.
4. Programar el lanzamiento de las materias primas y componentes teniendo en cuenta los programas de las restricciones y las ropes internas y de ensamblaje.

## Bases Del Modelo DBR

En todas las plantas hay algunos recursos con capacidad restringida. El método DBR reconoce que dicha restricción dictará la velocidad de producción de toda la planta. El principal recurso con restricción de capacidad será tratado como "el tambor" que es el que marcará la velocidad de producción de toda la planta.

También se necesitará establecer " un amortiguador " de inventario frente al factor limitativo. Este amortiguador protegerá el throughput de la planta de cualquier perturbación que se produzca en los factores no cuellos de botella.

## Bases Del Modelo DBR

Y finalmente, para asegurarse que el inventario no crezca más allá del nivel dictado por el amortiguador, deberá limitarse la velocidad a la cual se liberan materiales a la planta.

Debe amarrarse “ una cuerda” desde el cuello de botella a la primera operación; en otras palabras la velocidad a la cual se liberaran materiales a la planta será gobernada por la velocidad a la cual esta produciendo el cuello de botella.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## ETAPAS DEL MODELO DBR



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



### Etapas Del Modelo DBR

- a) El primer paso será programar la producción del recurso cuello de botella ( C.B.) tomando en cuenta su capacidad limitada y la demanda de mercado que esta tratando de atender
- b) El segundo paso será programar la producción de los restantes recursos que no son C.B.
- c) Programar las operaciones subsiguientes al C.B. es una tarea sencilla. Una vez que una parte se termina en un C.B. se programa la operación siguiente. Cada operación subsiguiente incluyendo la del ensamble, simplemente se inicia cuando termina la operación anterior.

### Etapas Del Modelo DBR

- d) Lo complicado es programar las operaciones precedentes y proteger al C.B. de las perturbaciones que se puedan producir en los recursos anteriores.
- e) Sobre el supuesto de que la mayoría de las perturbaciones posibles no superan los dos días de trabajo, una protección de tres días en el amortiguador de tiempo será más que suficiente para proteger el throughput del cuello de botella.
- f) El paso siguiente es programar, remontándonos hacia atrás en el tiempo, partiendo del cuello de botella. Se programará la operación inmediatamente precedente al C.B. de manera que termine las partes necesarias tres días antes de que estén programadas para ser utilizadas en el C.B.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

### Etapas Del Modelo DBR

- g) Cada una de las operaciones precedentes se programará en retrospectiva de manera semejante para que todas las partes estén disponibles justo a tiempo para la siguiente operación.
- h) De esta manera, se puede generar un programa y un amortiguador de tiempo que satisfaga todos los requerimientos del esquema. Cualquier perturbación en las operaciones precedentes, que pueda superarse dentro del amortiguador de tiempo, no afecta el throughput de la planta.
- i) Resta definir como se compran ( cantidad y periodicidad ) la otra parte del producto que forma parte del producto final a través del ensamble.

### Etapas Del Modelo DBR

j) Lo importante es generar también un stock amortiguador de esta parte frente a la operación de ensamble que requieran de una parte del C.B. para conformar el producto final. El propósito de este amortiguador será proteger el programa de ensamble contra las perturbaciones que puedan ocurrir en abastecimientos de las partes que no pasan por el C.B.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

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

## **LA REGLA DEL CORRECAMINOS**

**Si un recurso no tiene nada que hacer, que no haga nada.**

**Si tiene algo que hacer, que lo haga tan rápido como le sea posible.**

**Si tiene más de una cosa que hacer, que haga siguiendo el orden de llegada, salvo que el mecanismo de control de las operaciones (BUFFER MANAGEMENT) indique otra cosa.**

**TOC es una filosofía que esta basada en el Pensamiento Sistémico, por tal razón al pretender que las empresas colombianas actúen bajo este pensamiento, se debe empezar por un cambio organizacional y cultural, con un aprendizaje de este nuevo pensamiento, y rompiendo con el paradigma de dirección tradicional.**

# REGLAS

- 1. No balancee la capacidad , balancee el flujo**
- 2.El nivel de utilización de un cuello de botella esta determinado por otra restricción**
- 3.No es lo mismo la utilización que la activación de un recurso.**
- 4.Una hora perdida en un cuello de botella es una hora perdida en todo el sistema.**
- 5. Una hora ganada en un recurso no cuello de botella es un espejismo.**



# REGLAS

**6. Los cuellos de botella gobiernan la producción, los inventarios y la facturación.**

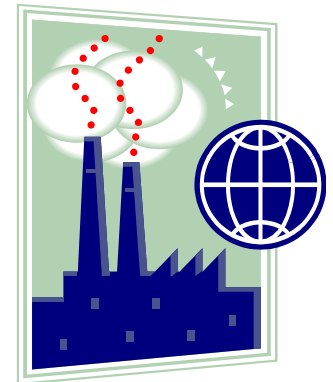
**7. El lote de transferencia puede no ser, y de hecho debe no ser, igual al lote de proceso.**

**8. El lote de proceso debe ser variable a lo largo de su ruta y también en el tiempo.**

**9. Las prioridades sólo se pueden fijar teniendo en cuenta simultáneamente todas las limitaciones del sistema. El tiempo de fabricación es un derivado del programa.**

## En qué procesos se ha aplicado el TOC?

- 👍 Producción.
- 👍 Finanzas y Medidores
- 👍 Administración de proyectos
- 👍 Mercadeo
- 👍 Ventas
- 👍 Sistemas de distribución
- 👍 Planeación Estratégica
- 👍 Recursos Humanos



# Resultados Obtenidos al aplicar TOC

- ↻ Reducción del 50% del tiempo de entrega.
- ↻ Mejora del 44% en el cumplimiento en las fechas de entrega.
- ↻ Reducción del 49% en los inventarios.
- ↻ Incremento del 63% de las ventas.
- ↻ Incremento del 40% en las utilidades Netas.
- ↻ Reducción del 47% promedio de los gastos indirectos de manufactura

**"LA SUMA DE LOS OPTIMOS  
LOCALES NO ES IGUAL AL  
OPTIMO GLOBAL"** GOLDRATT.

# Empresas que han aplicado TOC

☺ En el mundo:

General Motors, AT&T, Nortel, Airlines,  
Ford electronics, Imperial Oil Lta...

☺ En Colombia

Purina, Leonisa, Sicolsa, Prometálicos,  
licorera de Caldas.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

En una empresa producen los productos X – Y y Z, para su producción son necesarios los recursos 1 – 2 – 3 y 4.

Se ha calculado una demanda semanal de :

$$X = 200$$

$$Y = 100$$

$$Z = 100$$

Los requerimientos de recursos por producto, los totales de requerimientos por producto y por recurso se muestran en la siguiente tabla.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

<b>Producto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Total Req/Rec</b>
<b>Demanda</b>	200	100	100	
<b>Requerimiento en Min/ud</b>				
<b>Recurso 1</b>	25	20	15	8500
<b>Recurso 2</b>	15	25	30	8500
<b>Recurso 3</b>	20	20	20	8000
<b>Recurso 4</b>	20	40	50	13000
<b>Recurso 5</b>	5	10	25	4500
<b>Totales req/prod</b>	17000	11500	14000	

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Para la producción la empresa cuenta con 10000 minutos disponibles semana de cada recurso los gastos fijos por semana son de 25000 y se tiene la siguiente información (en unidades monetarias)

Producto	Precio	Costos	Utilidad
X	200	120	80
Y	150	75	75
Z	300	160	140

Existe restricción? Si existe Identifíquela , explótela



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## RESTRICCION

Producto	X	Y	Z	Total Req/Rec
Recurso 1	25	20	15	8500
Recurso 2	15	25	30	8500
Recurso 3	20	20	20	8000
Recurso 4	20	40	50	13000
Recurso 5	5	10	25	4500

El recurso 4 seria la restricci3n ?

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

### Explotar la restricción

Producto	utilidad	tiempo requerido de restricción	contribución
X	80	20	4
Y	75	40	1,875
Z	140	50	2,8

De acuerdo con esto y para maximizar la meta se deberán programar los productos de acuerdo con su contribución.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Programación de producción de acuerdo con la restricción

<b>Producto</b>	<b>Uds a programar</b>	<b>tiempo requerido de restriccion</b>	<b>total tiempo programado de la restriccion</b>
<b>X</b>	200	20	4000
<b>Y</b>	25	40	1000
<b>Z</b>	100	50	5000

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Como se ve la programación con respecto a la meta

Producto	Cantidad producida	utilidad unitaria	utilidad total
X	200	80	16000
Y	25	75	1875
Z	100	140	14000
		CONTIBUCION TOTAL	31875
		GASTOS FIJOS	25000
		UTILIDAD	6875

Finalmente todos los demás recursos se deben subordinar a la restricción.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

<http://www.youtube.com/watch?v=s967-0zwroE>

<http://www.youtube.com/watch?v=ves6Pys8cLw>

<http://www.youtube.com/watch?v=kwziegGfh4Q>

# PROGRAMACION Y CONTROL DE PRODUCCION PARA TALLERES Y SERVICIOS

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## DISTINCION x TIPO DE PRODUCCIÓN

1.- producen stock           ⇒ FÁBRICAS  
⇒ Las herramientas, PMP y MRP

2.- a pedido                   ⇒ TALLERES  
⇒ La herramienta, GANTT

Para servicios – podra programarse contra pedido o por proyecto .

(el servicio podra programarse como si fuera una linea?)

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## CONCEPTO DE PLANIFICACIÓN – PROGRAMACIÓN Y CONTROL EN PRODUCCION

### **PLANEACION:**

Sucesión de tareas para alcanzar un objetivo.

### **PROGRAMACIÓN:**

Sucesión de tareas a realizar acotadas en el tiempo.



### **CONTROL:**

Verificar que lo que se hizo.



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PRODUCCION EN EL CONTEXTO ACTUAL

- ✓ **Búsqueda constante de flexibilidad.** 
  - Aceleración del ritmo de cambio en todas las actividades.(Set up)
  - reducción de plazos (Lead time)
  - aumento de la incertidumbre
- ✓ Integrada a las estrategias de la empresa.
- ✓ Nuevos paradigmas de la **Gestión de la Calidad.** 
  - Gestion (NORMAS)
  - calidad total,
  - cero defectos,
  - cero stocks
- ✓ Prioridad asignada a la **confiabilidad** de los sistemas productivos
- ✓ Conciencia del **impacto ambiental y RSE**

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## MODALIDADES DE PRODUCCIÓN

- FÁBRICAS

- *Trabajo con stocks de Materia Prima y Contra Stocks de Producto terminado*

1. **Continua**
2. **Continuas (por lote, linea)**
3. **por Montaje**

- TALLERES

- *Trabajan básicamente contra pedido. Sin stocks de M.P ni de Productos terminados importantes*

1. **Intermitente**
2. **Por proyectos**

## MODALIDADES DE PRODUCCIÓN

### **A) FÁBRICAS.**

Trabajo con stocks de Materia Prima y Contra Stocks de Producto terminado

#### 1. Producción Continua.

- **Grandes Volúmenes**
- **Se Orientada hacia el Producto** por diseño de la Planta de Producción y por la cantidad elaborada de cada producto muy elevada respecto a la variedad.
- *micas, plásticos\*, etc.)*

## MODALIDADES DE PRODUCCIÓN

**TALLERES: Trabajan básicamente contra pedido. Sin stocks de M.P ni de Productos terminados importantes.**

### **1. Producción Intermitente.**

- ✓ Dificultades derivadas de su propia característica.
- ✓ Preparación de las máquinas para pasar de una producción a la siguiente.
- ✓ Gran diversidad de productos. Dificultad para pronosticar la demanda.
- ✓ Lay out funcional o por procesos.
- ✓ Bajo volumen de producción por producto.

## MODALIDADES DE PRODUCCIÓN

**TALLERES: Trabajan básicamente contra pedido. Sin stocks de M.P ni de Productos terminados importantes.**

### **1. Producción Intermitente.**

- ✓ Emisión de Ordenes de Trabajo específicas para cada producto.
- ✓ Mano de Obra altamente calificada.
- ✓ Recursos materiales flexibles.

Donde se aplica?

Ej: Metalmeccanica, carpinterías, tintorerías, talleres de reparación de autos, restaurante, etc.).

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## MODALIDADES DE PRODUCCIÓN

### **Producción por Proyectos**

- **Productos de características propias, generalmente únicos.**
- **Obras de magnitud.**
- **Red compleja de tareas vinculadas entre sí.**
- **Duración prolongada en el tiempo. Meses o años.**

Ejemplos: Construcción de Obras civiles (caminos, puentes, diques, plantas industriales), Astilleros de grandes barcos, grandes máquinas o equipos (Grandes Motores, equipos como Calderas, Turbinas, Generadores), sistemas de computación, producción de películas.

Programan por PERT o CPM

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

- Estudio y estimación de las capacidades de **producción** y las **demandas** esperadas (capacidad en maquinas, mano de obra, almacenamiento).

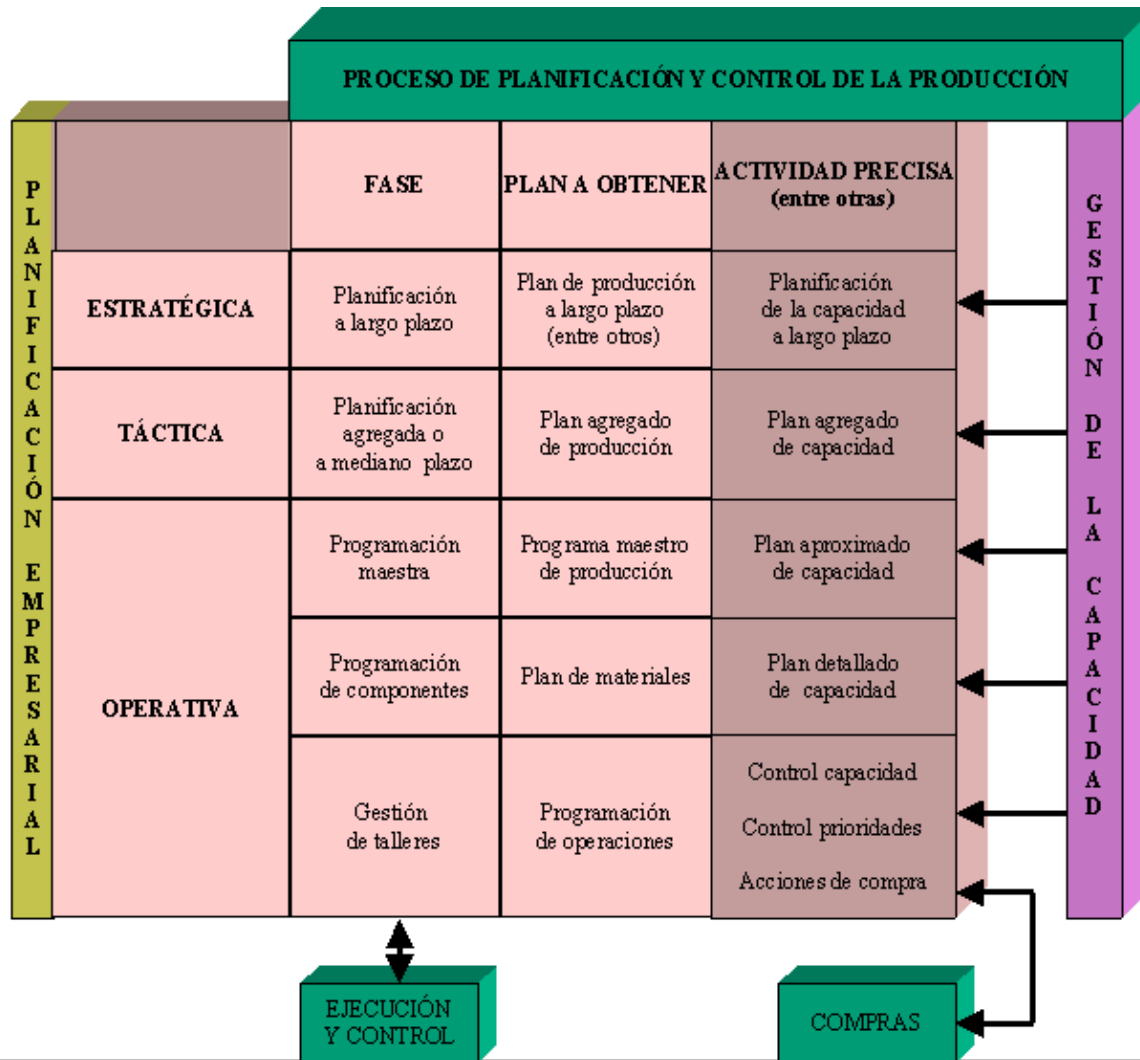
➔ Se materializa en:

- planes anuales, **conocidos como planificación agregada,**
- programas detallados de producción, conocidos como ***Programas Maestros de Producción.***
- **Planes anuales de compras (requerimientos)**

➔ Básicamente, es una planificación a lapsos de tiempo.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## Proceso de PCP





# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## Jerarquía de la planificación y Control asociado.

### Plan estratégico de largo plazo

Por división y/o gerencia de planta

A partir de estrategias de negocios y pronósticos de desarrollos de mercados

- Capacidad de producción a largo plazo
- Plan de inversiones
- Ubicación de las instalaciones
- Disposición física en planta
- Cartera de productos existente y nuevos desarrollos
- Nuevas tecnologías de procesos
- Desarrollo de proveedores

### Plan operativo de mediano/corto plazo

A partir de presupuestos y pronósticos de venta.

Demanda agregada

### Planificación (demanda agregada)

- Nivel de ocupación
- Necesidades de mano de obra
- Necesidades de inventarios
- Necesidades de servicios
- Contratos de suministro con proveedores
- Optimización económica.

### Programación de corto plazo

A partir de pendientes de entrega y pronósticos de venta

- Plan maestro de producción (PMP o MPS)
- Programación de requerimientos de materiales (MRP)
- Programación de requerimientos de capacidad (CRP)
- Programas de carga de máquinas y MO

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## **Comercial**

Pedidos en cartera.  
Pronóstico de venta.  
(Demanda independiente).

## **Ingeniería de Manufactura**

Capacidad de producción  
Ingeniería de Standards  
Ingeniería de Producto  
Ingeniería de Procesos - Métodos

## **Compras**

Disponibilidad de materia prima en tiempo y forma (MRP).

PLAN MAESTRO  
**Planeamiento y Control de la Producción**

## **Producción**

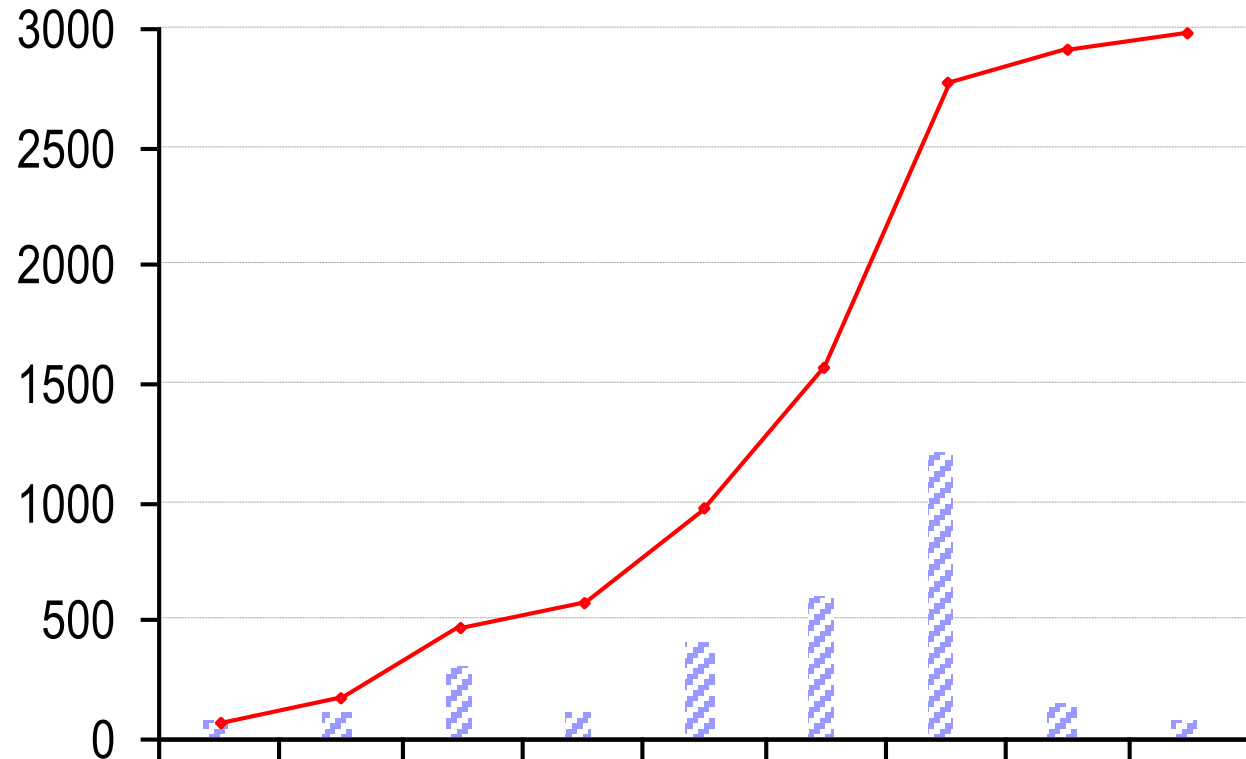
Disponibilidad de máquinas.  
Disponibilidad de Mano Obra.  
Disponibilidad de servicios.

## **Políticas de Stock y comercialización**

Posiciones de Stock.  
Posición de caja.  
Posición de pedidos pendientes.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## Ejemplo, DEMANDA VARIABLE



	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
 demanda historica	75	100	300	100	400	600	1200	140	75
 demanda acumulada	75	175	475	575	975	1575	2775	2915	2990

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

### ANALICE DISTINTAS ALTERNATIVAS PARA ENFRENTAR LOS CAMBIOS DE DEMANDA:

- *producto tiene una estructura de costo variables de 85% MP y 15% MO y otros.*
- *producto tiene una estructura de costos variables de 85% MO y 15% MP y otros.*
- *producto cuya vida útil es de 30 días desde su producción hasta su venta a distribuidores.*

	Histórica	acumulada
Junio	75	75
julio	100	175
Agosto	300	475
Septiembre	100	575
Octubre	400	975
Noviembre	600	1575
Diciembre	1200	2775
Enero	140	2915
Febrero	75	2990

En general y para efector de realizar un efectivo control se deberán considerar los diferentes productos o partes, su estructura económica y sus requerimientos de producción

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PLANIFICACIÓN AGREGADA (mediano/corto plazo)

- OBJETIVOS
- Instalaciones a plena carga, mínimas sobre o sub-cargas, reducción costos de producción.
- Plan para el cambio ordenado y sistemático de la capacidad de producción para cumplir con picos y valles de la demanda pronosticada.
- Obtener la máxima producción en función de los recursos disponibles.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PLANIFICACIÓN AGREGADA

(mediano/corto plazo)

Pasos en la planificación agregada:

Pronóstico de ventas por producto o servicio; cantidades a vender en cada período de tiempo.

Totalizar los pronósticos de productos o servicios individuales. (Si los productos no pueden sumarse por ser tener unidades heterogéneas, se debe encontrar una unidad que permita la sumatoria.

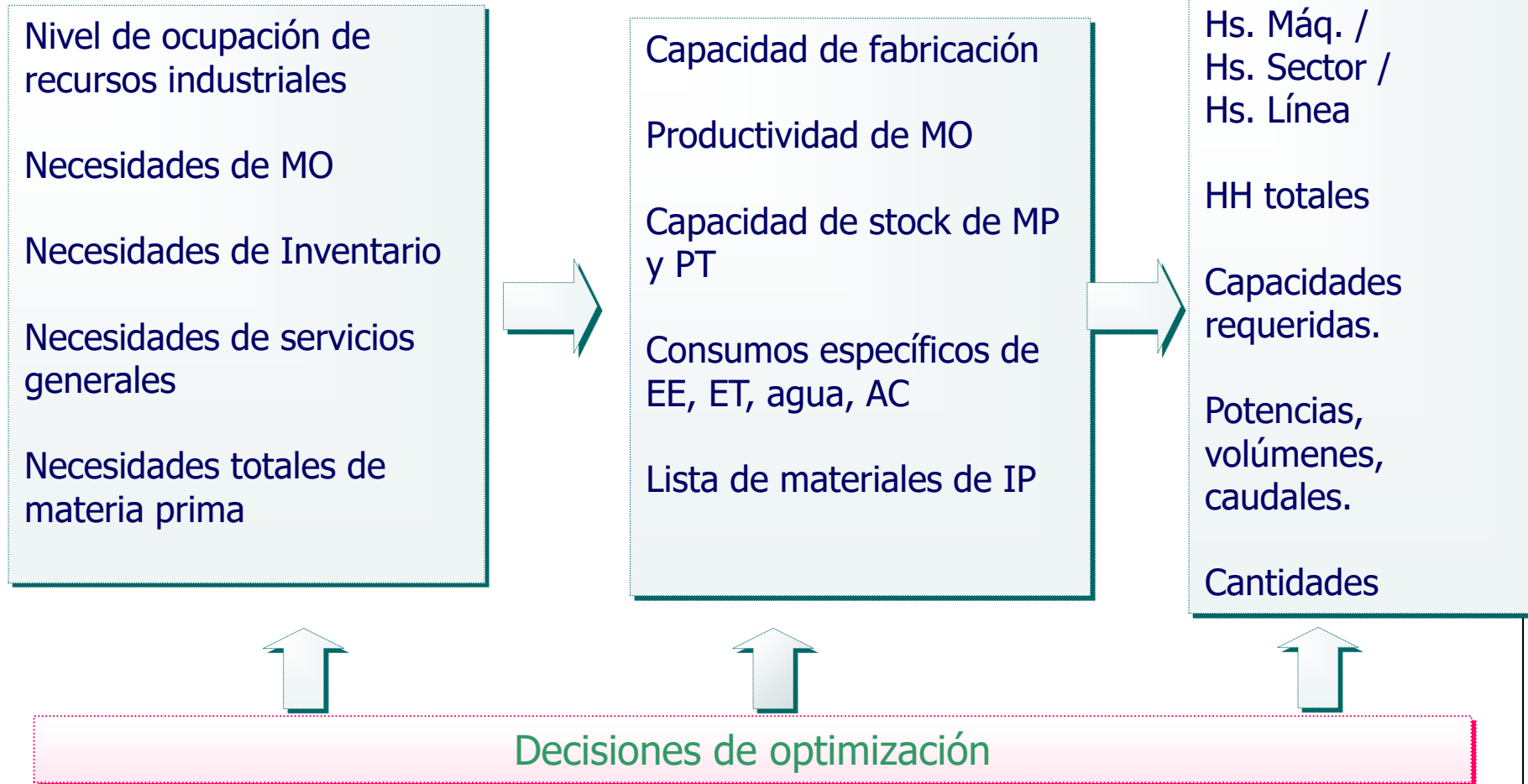
Transformar la demanda agregada de cada período en necesidades de Recursos de Producción: HH de Mano de Obra, Materias Primas y Materiales, Hs Máquina necesarias y otros elementos de capacidad de producción (EE, servicios generales , fletes etc)

Evaluar esquemas alternativos de Recursos de Producción para satisfacer la demanda.

Seleccionar la alternativa que mejor satisfaga la demanda y los objetivos estratégicos de la organización. Aquí se aplica la optimización económica por cálculo manual, usando Programación Lineal o sistemas expertos desarrollados “ad hoc” por la empresa.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## Planificación (demanda agregada)



PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
LEAD TIME - TIEMPOS

- Es tiempo entre la colocación de un pedido y la recepción de la mercancía pedida

**SI SE TRATA DE UN CLIENTE EXTERNO *es intervalo de tiempo entre el inicio y la finalización de un proceso de producción.*** El tiempo se inicia cuando la orden es recibida por el departamento de ventas y termina cuando el cliente paga la factura.

La cantidad de tiempo, definido por el proveedor, que se requiere para satisfacer una demanda o petición del cliente. (Nota, el tiempo no es lo mismo que del ciclo de Tiempo)



PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION  
LEAD TIME - TIEMPOS

- Es tiempo entre la colocación de un pedido y la recepción de la mercancía pedida

***SI SE TRATA DE UN CLIENTE INTERNO es el tiempo total requerido para completar una unidad de un producto o servicio.***

El tiempo requerido por una tarea que tiene ante sí otra tarea que puede comenzar en ese momento.

En términos de una cadena de suministro, el tiempo total necesario para que una orden sea procesada.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## CONTROL CON GRÁFICO DE GANTT –

Introducido por Henry Gantt en 1917, se usa para asignación de recursos productivos y la determinación de secuencias y cronología.

En horizontal se mide el tiempo: horas, turnos, días, semanas etc.

En vertical los recursos a programar: Máquinas, hombres, sectores etc.

Se establece así, la actividad programada para cada recurso productivo en sucesivos períodos.

Los espacios en blanco significan que el recurso estará inactivo, para una máquina: capacidad ociosa, preparación, cambio de programa o mantenimiento.

Luego de ejecutada la producción, se suele indicar con otro trazo, el desempeño real, es decir controlar el cumplimiento del programa.

No es adecuado para procesos múltiples interrelacionados

# Utilización de Gráfico de Gantt

Los gráficos se utilizan para planificar y controlar

Para Operaciones

Carga de máquinas

Carga de Operarios

En proyectos

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## EL GRÁFICO GANTT

	Avance del tiempo →						
EVENTOS	1	2	3	4	5	6	.....

### Bibliografía:

- "Producción. Su organización y administración en el umbral de tercer milenio". Ricardo Solana. Capítulos 12 a 16.
- "**Administración de Producción y Operaciones**". Norman Gaither, Greg Frazier. Int.Thomson Ed.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## PLANIFICACION DE RECURSOS DE FABRICACION

### MRP – (Material request Planning)

MRP ⇒ MRP II ⇒ ERP

ENTERPRICE RESOURCE PLANNING

MANUFACTURATING RESOURCE PLANNING

- Sistema de planificación de materiales y gestión:

Responde a las preguntas de *¿QUÉ? ¿CUÁNTO?*  
*¿CUÁNDO?* aprovisionarse de materiales.

Lanza las órdenes las compras dentro de la empresa.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## MRP I

### MATERIAL REQUIEREMENT PLANNING

- Es el sistema de planificación de materiales y gestión de stocks que responde a las preguntas de, ***cuánto y cuándo aprovisionarse de materiales.***
- Este sistema da por órdenes las compras dentro de la empresa, resultantes del proceso de planificación de necesidades de materiales.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## MRP II - MRP III

### MANUFACTURATING RESOURCE PLANNING

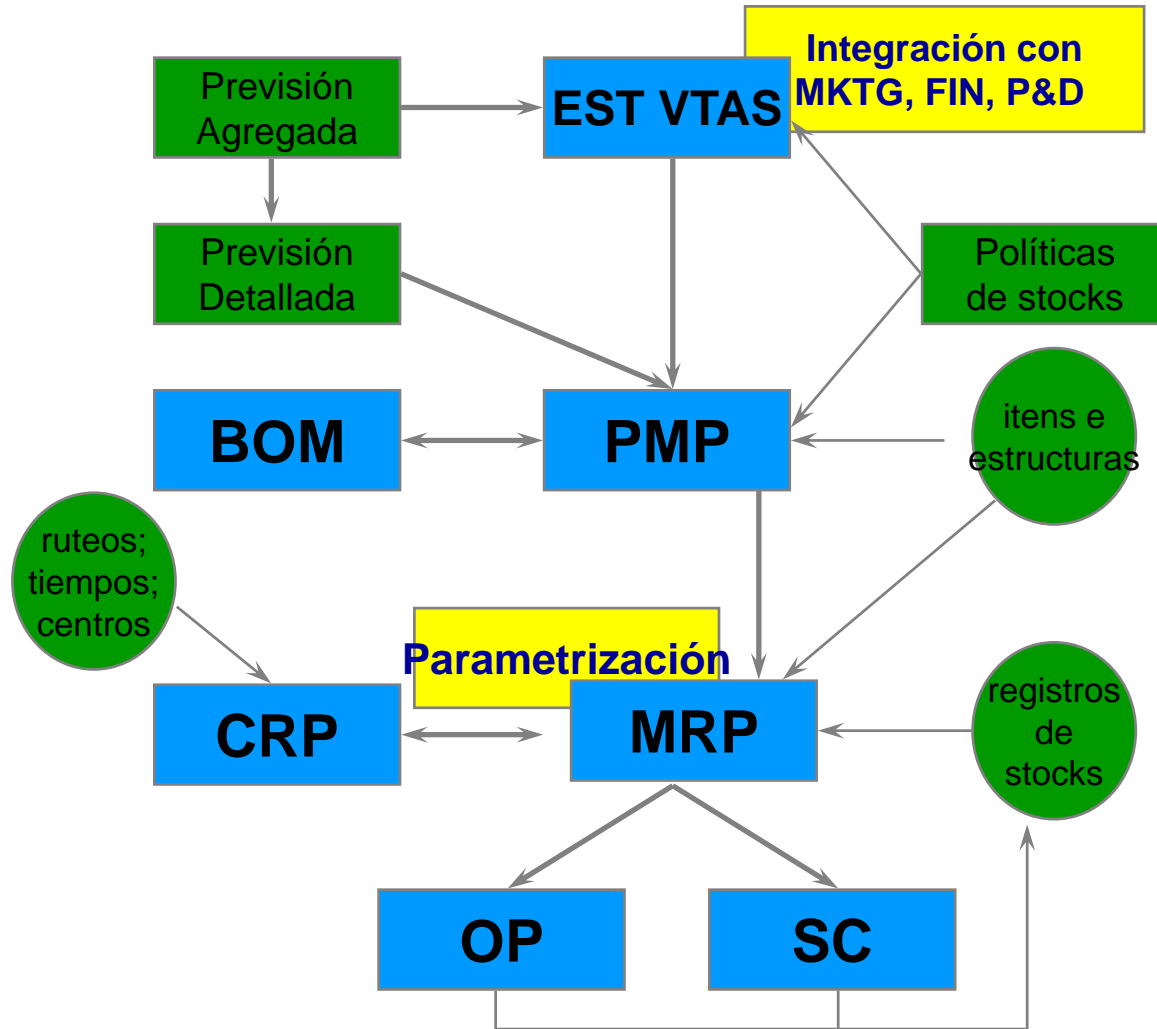
- Es el planificador de los recursos de fabricación. Es un sistema que proporciona la planificación *y control eficaz de todos los recursos de la producción.*

El MRP II implica la planificación de todos los elementos que se necesitan para llevar a cabo el plan maestro de producción, no sólo de los materiales a fabricar y vender, *sino de las capacidades de fábrica en mano de obra y máquinas.*

- El MRP III abarca la planificación de todos los elementos detallados en MRP II, agregando además las restricciones existentes, realiza un calculo considerando la *Teoria de las Restricciones* (TOC), determinando los *buffer* en cada uno de los procesos

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## Espina dorsal de un Sistema MRP II





# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## DIFERENCIAS ENTRE MRP I Y MRP II

MRP I	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Planifica las necesidades de aprovisionarse de materia prima</b> (programar inventarios y producción)</li><li>• Basado en el plan maestro de producción, <b>como principal elemento.</b></li><li>• Sólo abarca la producción.</li><li>• <b>Surge de la práctica y la experiencia de la empresa (no es un método sofisticado)</b></li><li>• <b>Sistema abierto</b></li></ul>
MRP II	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planifica la capacidad de recursos <b>de la empresa y control de otros departamentos de la empresa.</b></li><li>• Basado en la demanda, y estudios de mercado.</li><li>• Abarca mas departamentos, <b>no sólo producción si no también el de compras, calidad, financiero, etc</b></li><li>• <b>Surge del estudio del comportamiento de las empresas (método sofisticado)</b></li><li>• <b>Sistema de bucle cerrado (permite la mejora continua en cuanto a la calidad de los productos) para, en caso de error replanificar la producción.</b></li><li>• <i>Mejor adaptación a la demanda del mercado.</i></li><li>• <i>Mayor productividad.</i></li><li>• <i>Right First Time (acciones correctas a la primera vez).</i></li><li>• <i>Permite realizar una simulación para apreciar el comportamiento del sistema productivo (respecto a acontecimientos futuros)</i></li><li>• <i>Mejora la capacidad organizativa con el fin de aumentar le competitividad.</i></li></ul>

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

### EVOLUCIONADO EN ETAPAS DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE PRODUCCIÓN,

#### MRP - MATERIAL REQUEST PLANNING

fue desarrollado en los '70, como un mecanismo para **calcular con mayor precisión los materiales que necesitan, en qué momento y en cantidades óptimas.**

#### MRP II - MANUFACTURATING RESOURCE PLANNING

evolució del MRP, es un sistema de gestión de las **actividades básicas** de fabricación

Surge ante la necesidad de calcular también las **necesidades de físicas (capacidad de planificación) y de control.**

utiliza un archivo de datos centralizado, **supervisa e informa** sobre diversas actividades de la compañía. Permite análisis, revisión y control en tiempo real.

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

### EVOLUCIONADO EN ETAPAS DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE PRODUCCIÓN,

- **ERP ENTERPRICE RESOURCE PLANNING**

Evoluciona del MRPII, **abarca aun mas, todas las funciones de la empresa**, no sólo las relativas a la real de fabricación. (producción – financiera – calidad – inventarios – gestión humana)

incluye materiales planificación, **la eficiencia de la producción, la rentabilidad, la satisfacción de los clientes** => casi todos los aspectos de los negocios.

también incorpora los principios de la **gestión de la cadena de suministro** (calidad total)

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

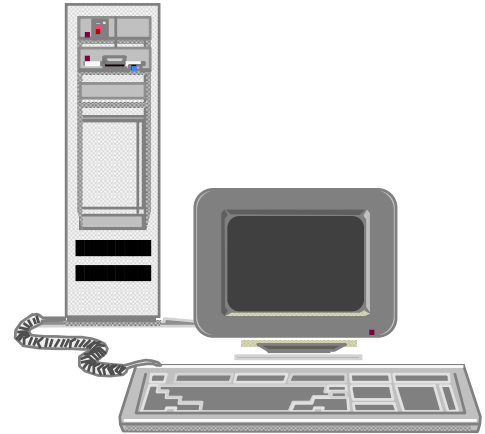
## Sistema MRP II

### Informaciones necesarias

Registro de los materiales y sus atributos  
lead times (tempos de reposición)  
Stock de  
políticas de  
reposición

Estructuras de productos  
lista de materiales  
Relación "padre-hijo a lo largo de toda  
la estructura

Posición de los stocks  
stock físico actual  
abastecimientos programados  
reserva de materiales

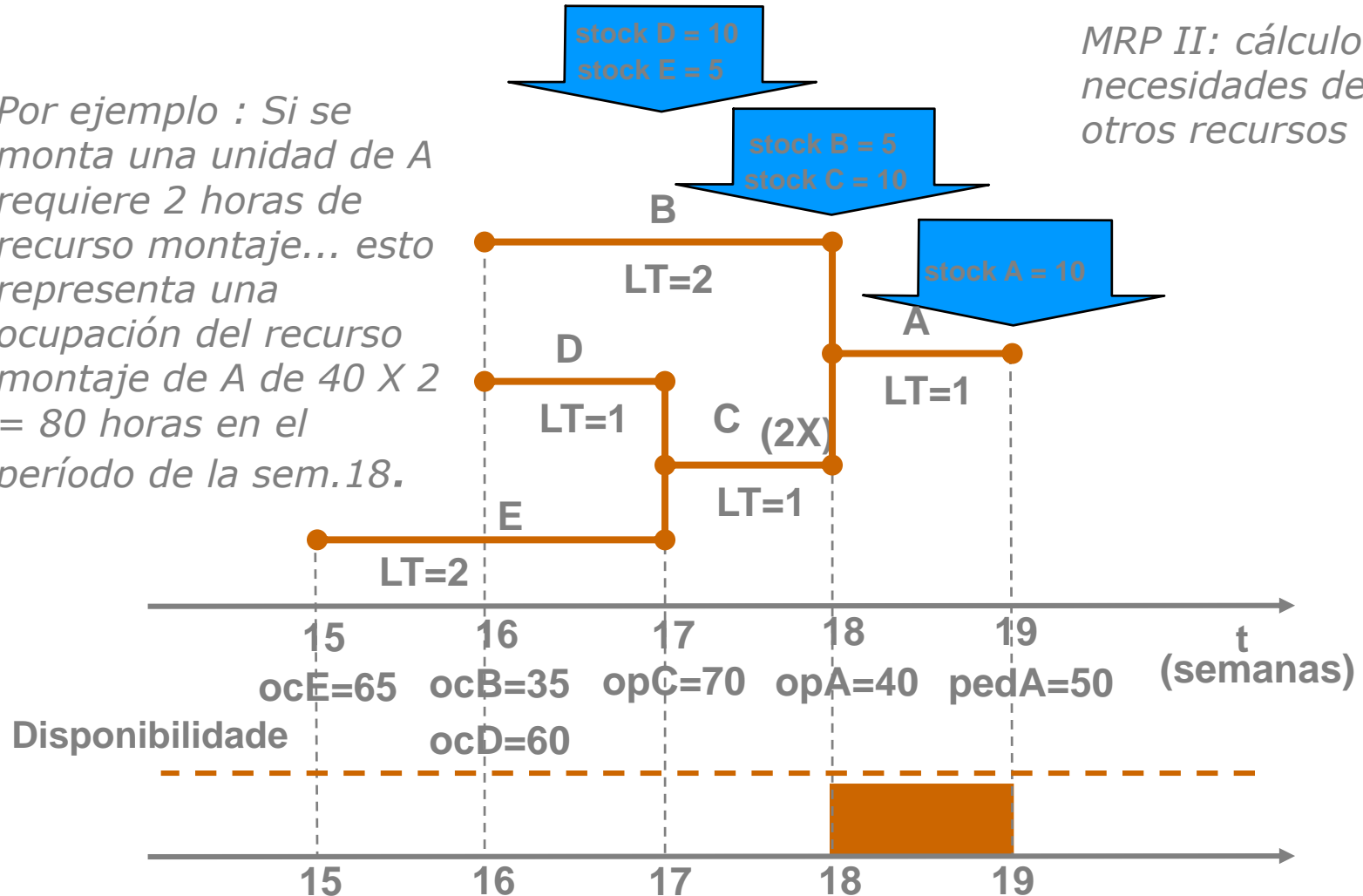


# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## Funcionamiento básico del Sistema MRP II

Por ejemplo : Si se monta una unidad de A requiere 2 horas de recurso montaje... esto representa una ocupación del recurso montaje de A de  $40 \times 2 = 80$  horas en el período de la sem.18.

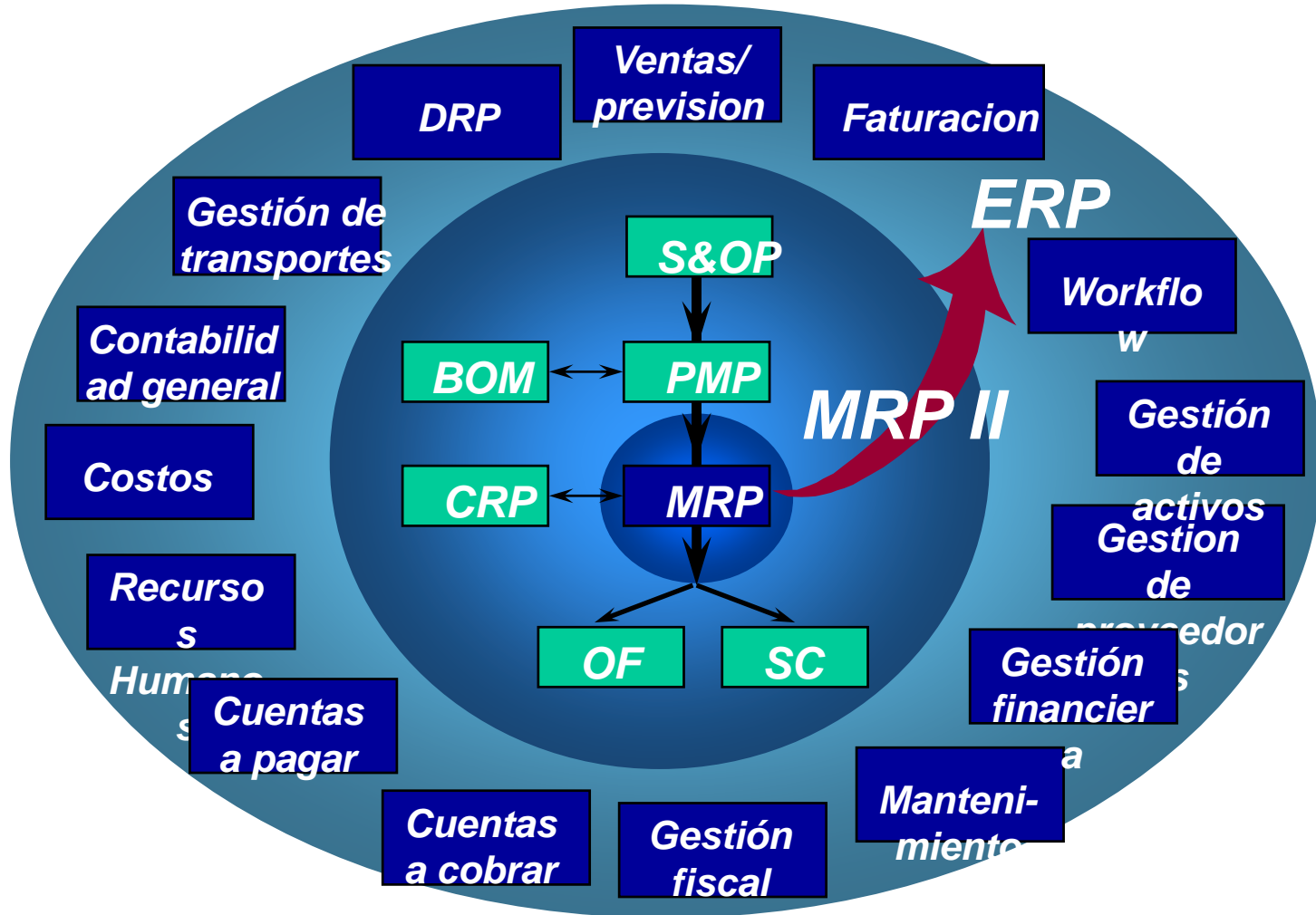
MRP II: cálculo de necesidades de otros recursos



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## ERP

### Enterprise Resource Planning



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## Que se espera de Sistemas ERP

- Que la información esté disponible y sea cierta a toda hora, en los puntos de toma de decisión gerencial, a lo largo de todo el proceso, principalmente en términos de flujo logístico;
- Que se produzcan los medios para una perfecta integración entre los sectores de la organización a través del compartir una sola base de datos única y no redundantes;
- Que se produzcan los medios para que se deje de gastar esfuerzo gerencial y operacional en las interfaces entre sistemas de información que no conversan entre sí;
- Que tornen un proceso de planeamiento operacional más transparente, estructurado y con responsabilidades más definidas

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## Contribuciones de SAP para la competitividad

### **Costo**

*utilizacion de recursos  
reduccion de stocks  
cumplimiento de plazos*

### **Velocidad**

*reduccion de filas  
reduccion de estoques  
secuenciacion*

### **Confiability**

*planeamiento a futuro  
control de recursos  
seguimiento*

# SAP

### **Calidad**

*Reduccion de stocks  
integridad de informacion  
rastreadabilidad*

### **Flexibilidad**

*reduccion de incertidumbre  
reprogramacion rápida  
stocks de seguridad*



# ERP comunes en Colombia

SAP, J.D. Edwards, PeopleSoft,  
Oracle y Baan

Avianca, la Casa Editorial El Tiempo, la ETB, Panamco-  
Indega, Colseguros, EPM, Noel, Gobernación de  
Antioquia, Bavaria

Icollantas, Cementos Paz del Río y Mazda.  
Carvajal, Hocol e Intercor.

## **PLANEACION Y CONTROL DE PRODUCCION EN TALLERES**

### **SECUENCIACIÓN DE LOS TRABAJOS**

El proceso de determinar el pedido en una máquina o en un centro de trabajo se llama ***Secuenciación*** o también secuenciación por prioridades.

Las reglas de prioridad son reglas usadas para obtener una secuenciación de los trabajos. Las reglas pueden ser simples y pedir únicamente que los trabajos se ordenen de acuerdo con un dato, como el tiempo de procesamiento, plazo u orden de llegada.

## **REGLAS DE PRIORIDAD PARA ORDENAR TRABAJOS**

∅ FCFS (first-come, first-served, primero en entrar, primero en trabajarse) los pedidos se ejecutan en el orden en que llegan al departamento.

∅ SOT (shortest operating time, tiempo de operación más breve) ejecutar primero el trabajo con el tiempo de terminación más breve, luego el siguiente más breve, etc. Se llama también SPT (shortest processing time, tiempo de procesamiento más breve). A veces la regla se combina con una regla de retardo para evitar que los trabajos con tiempos más demorados se atrasen demasiado.

## **REGLAS DE PRIORIDAD PARA ORDENAR TRABAJOS**

Ø EDD (earliest due date first, primero el plazo más próximo) se ejecuta primero el trabajo que antes se venza.

Ø LPT (large processing time, tiempo de procesamiento más largo)

Ø CR (proporción crítica) se calcula como la diferencia entre la fecha de vencimiento y la fecha actual, dividida entre el número de días hábiles que quedan. Se ejecutan primero los pedidos con la menor CR.

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## EJEMPLO SECUENCIACIÓN:

<b>TRABAJO</b>	<b>TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (DÍAS)</b>	<b>FECHA DE ENTREGA DEL TRABAJO (DÍAS)</b>
<b>A</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>B</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
<b>C</b>	<b>8</b>	<b>18</b>
<b>D</b>	<b>3</b>	<b>15</b>
<b>E</b>	<b>9</b>	<b>23</b>

## PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

EDD: La regla EDD en la tabla siguiente da la secuencia B, A, D, C y E. observe que los trabajos se ordenan según la fecha de entrega más próxima.

SECUENCIA DEL TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (DÍAS)	TIEMPO DEL FLUJO	FECHA DE ENTREGA DEL TRABAJO (DÍAS)	RETRASO DEL TRABAJO
B	2	2	6	0
A	6	8	8	0
D	3	11	15	0
C	8	19	18	1
E	9	28	23	5
TOTAL	28	68		6

## Cálculos de tiempos de terminación, utilización, retraso

a) *Tiempo promedio de terminación* =  $\frac{68 \text{ días}}{5} = 13.6 \text{ días}$

b) *Utilización* =  $\frac{28}{68} = 0.412 = 41.2\%$

c) *Número promedio de trabajos en el sistema* =  $\frac{68}{28} = 2.43 \text{ trabajos}$

d) *Retraso promedio del trabajo* =  $\frac{6}{5} = 1.2 \text{ días}$

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## ***CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN***

### ***PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN A MUY CORTO PLAZO***

#### Control Input-Output

<b>Semana</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Input planificado</b>	560	560	500	500	500
<b>Input actual</b>	540	500	500	540	500
<b>Desviación acumulada</b>	-20	-80	-80	-40	-40

<b>Semana</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Output planificado</b>	800	800	800	800	800
<b>Ouput actual</b>	750	780	800	820	810
<b>Desviación acumulada</b>	-50	-70	-70	-50	-40



# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Orden de Producción

Nuevo  Modificar

Div. 2 QSA Administrac. Cpbte. Orden Produccion Nro. 100005606

Fecha 08/12/2008 Depósito MP 2 Deposito M. Primas Depósito SE 2 Deposito M. Primas

Inicio 08/12/2008 Cumplimiento 08/12/2008 Plan Producción  Nombre  Ver Plan

Artículo a Producir PD0001 Prod.Terminado PD0001 Concepto 5001 Producción

Cantidades a Producir 12.0000 Caja 4 Kg 0.0000

Depósito de Reserva 150 Vale de Reserva Cpbte.de Reserva Vale de Reserva Nro. 454545

Depósito de Consumo 100 Taller de Carlitos Cpbte.de Consumo Vale de Consumo Nro. 0

	Etapa	Proceso	Abrev.	Código	Descripción	Dep.Emisor	Descripción	Nro.Serie
▶	1	01	Proceso	MP-0010	Materia Prima 0010	2	Deposito M. Primas	
	1	01	Proceso	MP-0011	Materia Prima 0011	2	Deposito M. Primas	
	1	01	Proceso	MP-0021	Materia Prima 0021	2	Deposito M. Primas	
	2	02	Recmed	MP-0006	Materia Prima 0006	2	Deposito M. Primas	
*								

Etapa 1 Artículo MP-0010 Materia Prima 0010 Depósito Deposito M. Primas

Stock Actual	493.0000	0.0000	Devolución Consumo	0.0000	0.0000
Cantidad Consumida	0.0000	0.0000	Devolución Reserva	0.0000	0.0000

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Orden de producción					
Orden de producción Nº .....			Fecha prevista de terminación: / /		
Expedida el .... de ..... de 20 .....			Cumplimentada el .... de ..... de 20....		
Para la elaboración de .....			----- Vº Bº Director de producción		----- Jefe del sector
unidades de .....					
con destino a .....					
Materiales					
Clase	Cantidades			Fechas	Firma del encargado del depósito
	Presupuesto	Retirado	Devuelto		
Productos terminados entregados				Datos de contabilidad	
Clase	Cantidad	Fechas	Firma del responsable	Hoja de costo nº	
				Resumen	
				Materiales	
				Mano de obra	
				Costos indirectos	
				Costo de producción	
				Unidades producidas	
				Costo unitario	

# PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

## CONTROL DE PRODUCCION MEDIANTE TARJETAS KANBAN

KANBAN	
CODIGO ART.	63 11 2200
DESCRIPCION	PLA 63x11x2200
CANT. A FABRICAR	50
CANTIDAD DE KANBAN	1/2
MATERIAL	63 x 11
ALMACEN / ESTANTE	A 02
PUNTO DE REORDEN	20

1 DE 1, SI ES LA ÚNICA TARJETA DE ESE PRODUCTO. O 1 DE 2 Y 2 DE 2 SI ES LA PRIMERA O LA SEGUNDA TARJETA DE ESE ITEM, RESPECTIVAMENTE.

CANTIDAD A FABRICAR AL MOMENTO QUE LA TARJETA ENTRA EN PRODUCCIÓN

CÓDIGO DE LA PIEZA

DESCRIPCION

UBICACION EN EL DEPÓSITO DE TERMINADOS

MATERIA PRIMA A UTILIZAR

NIVEL DE STOCK PARA REINICIAR LA PRODUCCIÓN

**CONSTRUSUR**

Referencia:	<b>0701-10540223</b>
Descripción:	Torpedo Metálico 12F
Línea de Producción:	Línea A-2
Tipo de Contenedor:	Metálica 400x400mm
Cantidad Contenedor:	104
Ubicación Almacén:	Sección 1
Operación de Producción:	20
Descripción de Producción:	Taladrar 34,5mm
Ubicación:	C-5

## BIBLIOGRAFIA

Domínguez Machuca, Jose A y otros. Dirección de Operaciones, Mc Graw Hill.

Chase, Richard B. y otros, Administración de producción y operaciones, Mc Graw Hill.

Gómez Gasquet, Pedro. Programación de la producción en un taller de flujo híbrido sujeto a incertidumbre: Arquitectura y algoritmos. Aplicación a la Industria cerámica, U. Politécnica de Valencia (tesis)