



# Dinámica de Sistemas de Planificación Predictiva

PS-4162 GESTION DE LA PRODUCCION - DECISIONES  
TACTICAS

Universidad Simón Bolívar - Departamento de Procesos y Sistemas

Profesor Pedro Celis Caraballo

Ph.D. ♦ SAFe 5 Agilist ♦ CSPO ♦ SMPC ♦ KanBan Design

*Dirigido a Estudiantes de Ingeniería de Producción*



[pbcelis@usb.ve](mailto:pbcelis@usb.ve)



[pedrobcelis](https://www.linkedin.com/in/pedrobcelis)



[@pbcelis](https://twitter.com/pbcelis)



[@gestion.inteligente](https://www.instagram.com/gestion.inteligente)



# Agenda

## Planificación Predictiva

- ▶ **Proceso de Planificación Predictivo**
- ▶ **Planificación Agregada**
- ▶ **MRP**
- ▶ **Sistemas de Información**
- ▶ **MRP en Servicios**



# Procesos de Planificación Predictiva

- ❑ **Planificación**
- ❑ **Planificación Agregada**
- ❑ **Programación MPS**
- ❑ **Capacidad**
- ❑ **MRP & Línea de Ensamblaje**

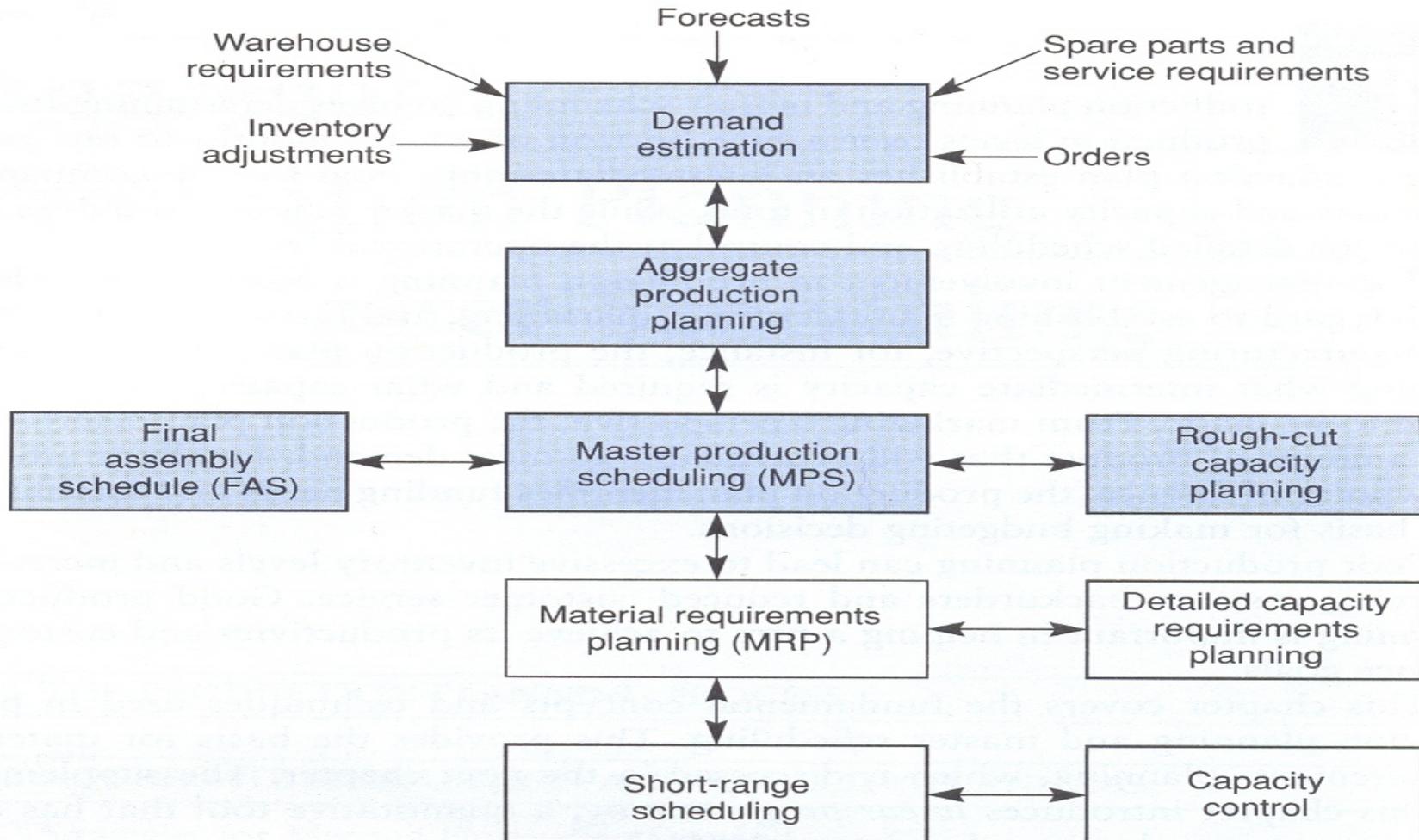


# Proceso de Planificación

- ❑ La planificación de la producción y la programación maestra conforman las bases de la planificación de los requerimientos de materiales
- ❑ La planificación de la producción y la programación maestra implica la determinación de los niveles futuros de producción en horizontes de varios meses a un año
- ❑ El plan de producción establece una meta para productos y para capacidad utilizada total
- ❑ La programación maestra provee data necesaria para la programación detallada y el control al nivel operacional
- ❑ Estos afectan a manufactura, mercadeo y finanzas



# Proceso de Planificación





# Proceso de Planificación

## Planificación Agregada

- ❑ Es el desarrollo de requerimientos de producción mensuales o trimestrales para grupos o familias de productos, que cubrirían los estimados de demanda
- ❑ Manufactura, mercadeo y finanzas son los responsables
- ❑ Consideraciones gruesas de la capacidad deben ser tomadas en cuenta
- ❑ Si la capacidad no es suficiente, la gerencia debe tomar medidas a mediano plazo (ajustes a la capacidad) o a largo plazo (cambios estratégicos en los recursos)



# Proceso de Planificación

## Planificación Maestra (MPS)

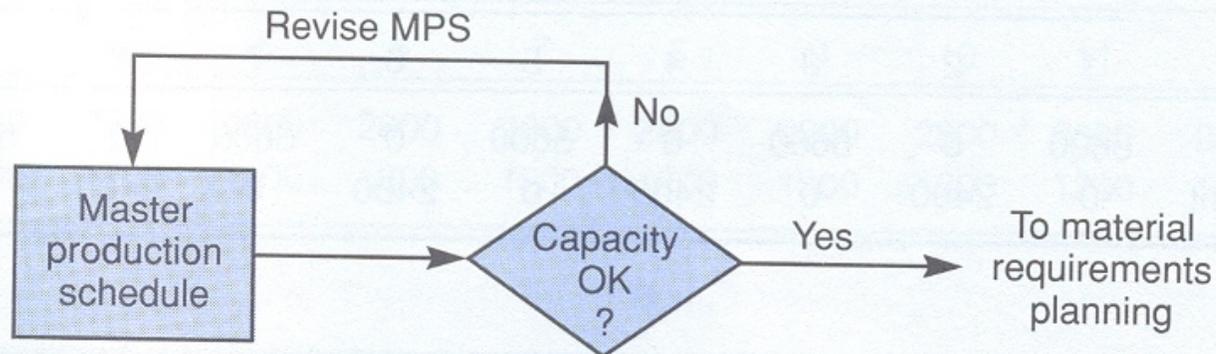
- ❑ El plan agregado de producción debe ser des-agregado en requerimientos de productos individuales en períodos de tiempo específicos (generalmente semanales por 6 a 12 meses)
- ❑ Esto no es una proyección. Es una programación de la producción con vistas a cubrir la demanda estimada
- ❑ Esta programación es utilizada por el personal operativo para la elaboración de planes detallados de procura de materiales, componentes de producción y el ensamblaje de productos terminados



# Programación Maestra

## Plan de Producción (no de Ventas)

- ❑ El propósito es traducir el plan agregado en ítems específicos. También permite evaluar programaciones alternativas en términos de capacidad, y provee la data necesaria para el sistema MRP
- ❑ La construcción de la programación maestra es mas compleja en la medida que los pasos de producción de un producto son mas complejos



Toda la planificación de materiales, gente y equipos (Cuando & Cuanto)



# Proceso de Planificación

## Planificación Gruesa de la Capacidad

Rough-Cut

- ❑ Implica el análisis de la programación maestra de la producción (MPS) para verificar la existencia de capacidad suficiente de producción en puntos críticos de la producción
- ❑ Este proceso se focaliza en operaciones específicas tales como ensamblaje final, pintura, acabados, con el fin de identificar los cuellos de botella
- ❑ Los ajustes requeridos se le hacen a la programación maestra de la producción
- ❑ La planificación gruesa puede tener un horizonte de tres meses



# Proceso de Planificación

## Programación del Esamblaje Final (FAS)

- En general, la programación maestra de la producción se relaciona con artículos básicos que son producidos. La programación del ensamblaje final incluye aspectos menores que pudieran cambiar en el producto tales como color, presentación, empaque, etc.

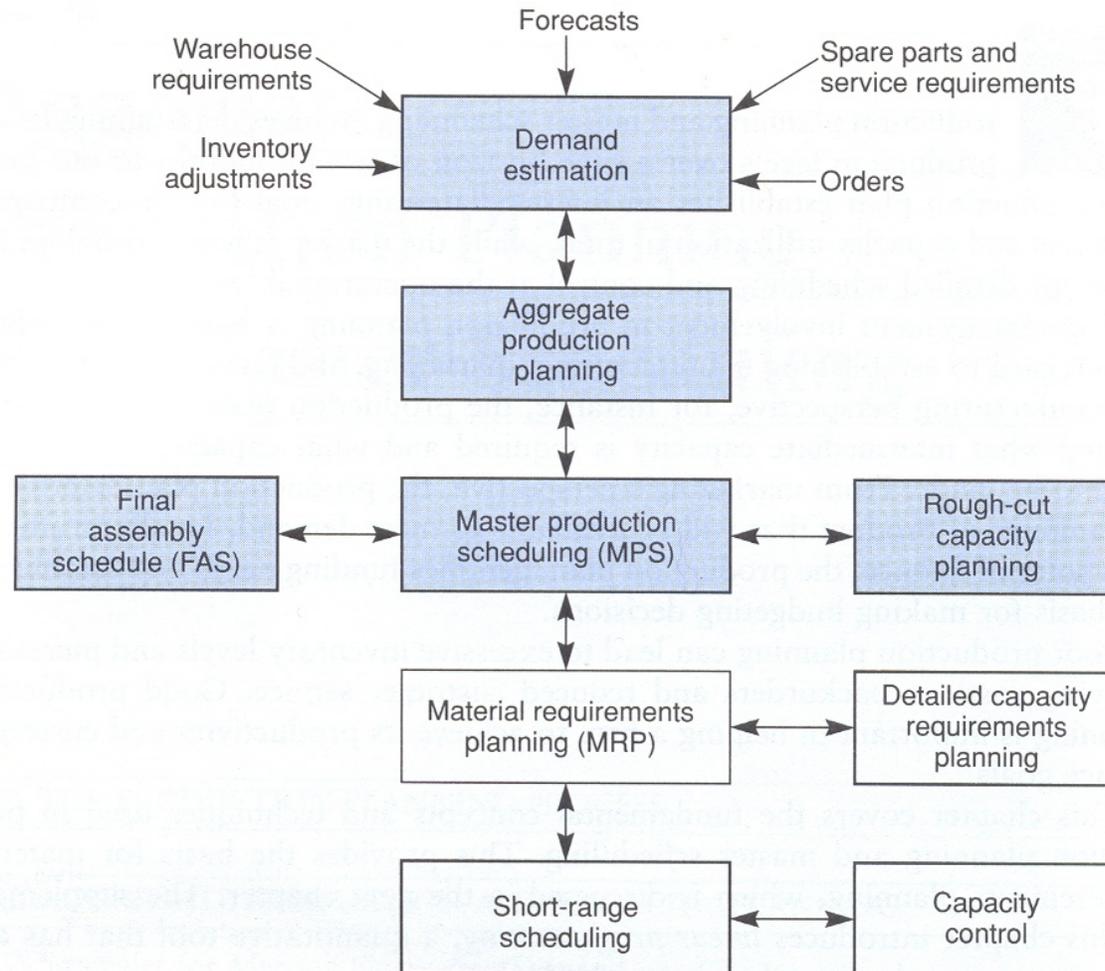


# Proceso de Planificación Jerarquico y Predictivo

Los planes en cada nivel deben ser consistentes con los otros niveles

Aspectos de filosofía gerencial deben ser tomados en cuenta durante el proceso:

- ❑ Inventario
- ❑ RRHH
- ❑ “Backorders”





# Planificación Agregada

- ❑ **Grupos de Productos**
- ❑ **Estrategias & Métodos**
- ❑ **El proceso de planificación**
- ❑ **Métodos de la planificación agregada**
- ❑ **Planificación agregada en el sector servicios**



# Planificación Agregada

## Grupos de Productos

- ❑ Medidas de producción agregada tales como barriles por mes; unidades por mes; horas hombre por mes
- ❑ En un productor de zapatos, se consideran las líneas, mas no los colores, estilos o tallas
- ❖ Una empresa de auto partes tiene 80.000 filtros de aire. Al final del año desea tener 50.000 filtros de aire en inventario. La proyección de la demanda es de 500.000 filtros de aire. ¿Cual sería la producción mensual? ¿Que pasa en los casos en que la demanda es estacional?



# Planificación Agregada

## Estrategias de Planificación

- ❑ Cambios en la rata de producción (Toyota):
  - ❖ Planificación de sobretiempo / reducción de horas
  - ❖ Subcontratación / actuar como subcontratista
- ❑ Cambios en la fuerza de trabajo (Juguetes):
  - ❖ Contratar / Botar
  - ❖ Trabajadores a tiempo parcial



# Planificación Agregada

## Estrategias de Planificación

- **Suavización del inventario (Mani):**
  - ❖ Construir inventario fuera de los picos
  - ❖ Tener productos con picos de demanda opuestos
- **Cambios en la demanda (Cines)**
  - ❖ Crear promociones para suavizar picos
  - ❖ Cambiar precios



# Modelos de Planificación Agregada



## Requisitos de la Planificación Agregada

- ❑ Una unidad global lógica para medir las ventas y la producción.
- ❑ Pronosticar la demanda para el periodo de planificación intermedio en estas unidades agregadas.
- ❑ Un método para calcular los costes.
- ❑ Un modelo que combine los pronósticos y los costes para que puedan tomarse buenas decisiones de programación para el periodo de planificación.



# Pasos de la Planificación Agregada

**Fijación de objetivos:**

- ❑ Ejemplo: satisfacer la demanda dentro de los límites de recursos disponibles al menor coste.

**Determinar los pasos a seguir para conseguir los objetivos:**

- ❑ Ejemplo: contratar más mano de obra.

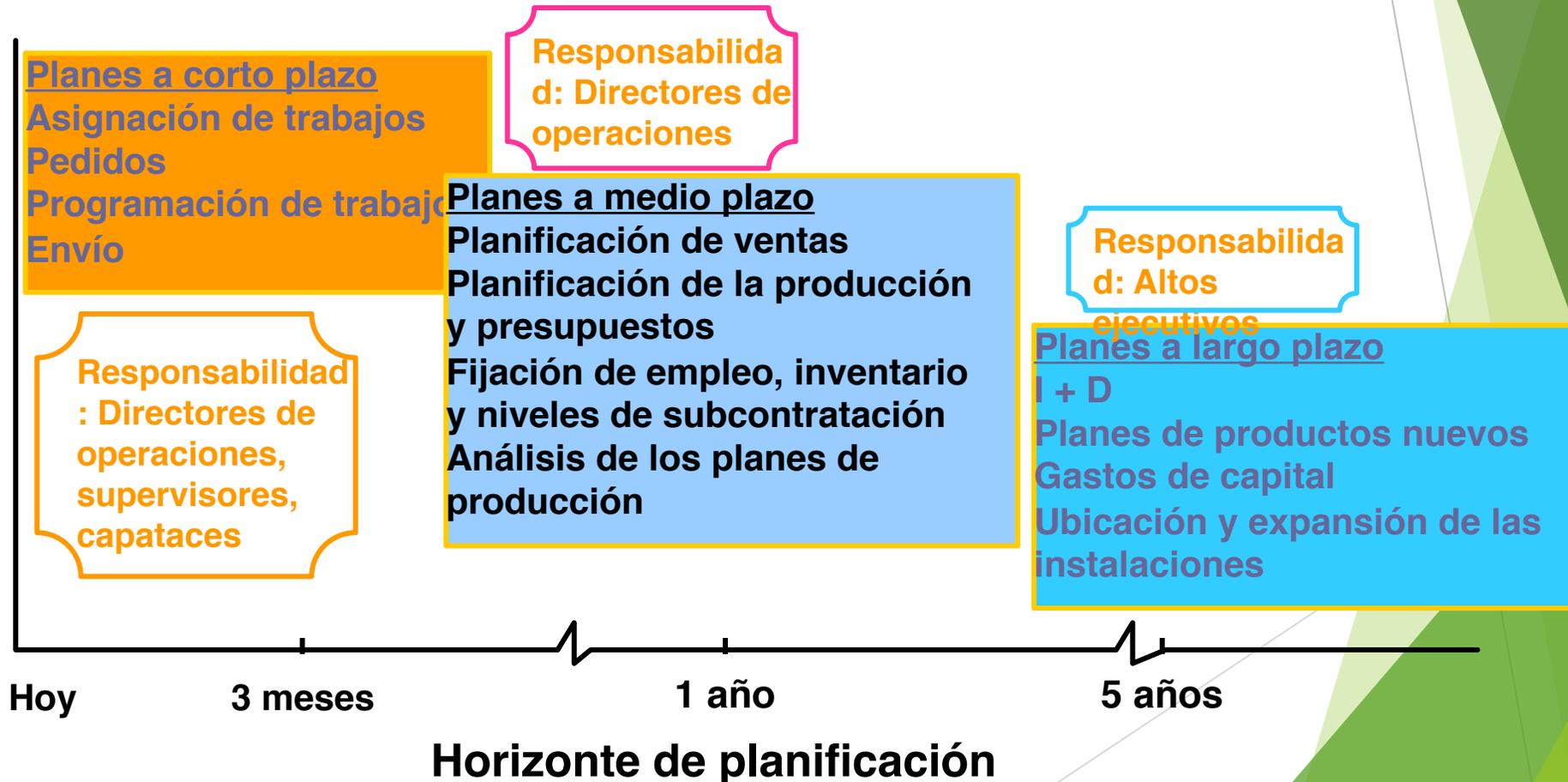
**Fijación de las fechas de inicio y de finalización:**

- ❑ Ejemplo: comenzar a contratar en enero y finalizar en marzo.

**Asignar la responsabilidad.**

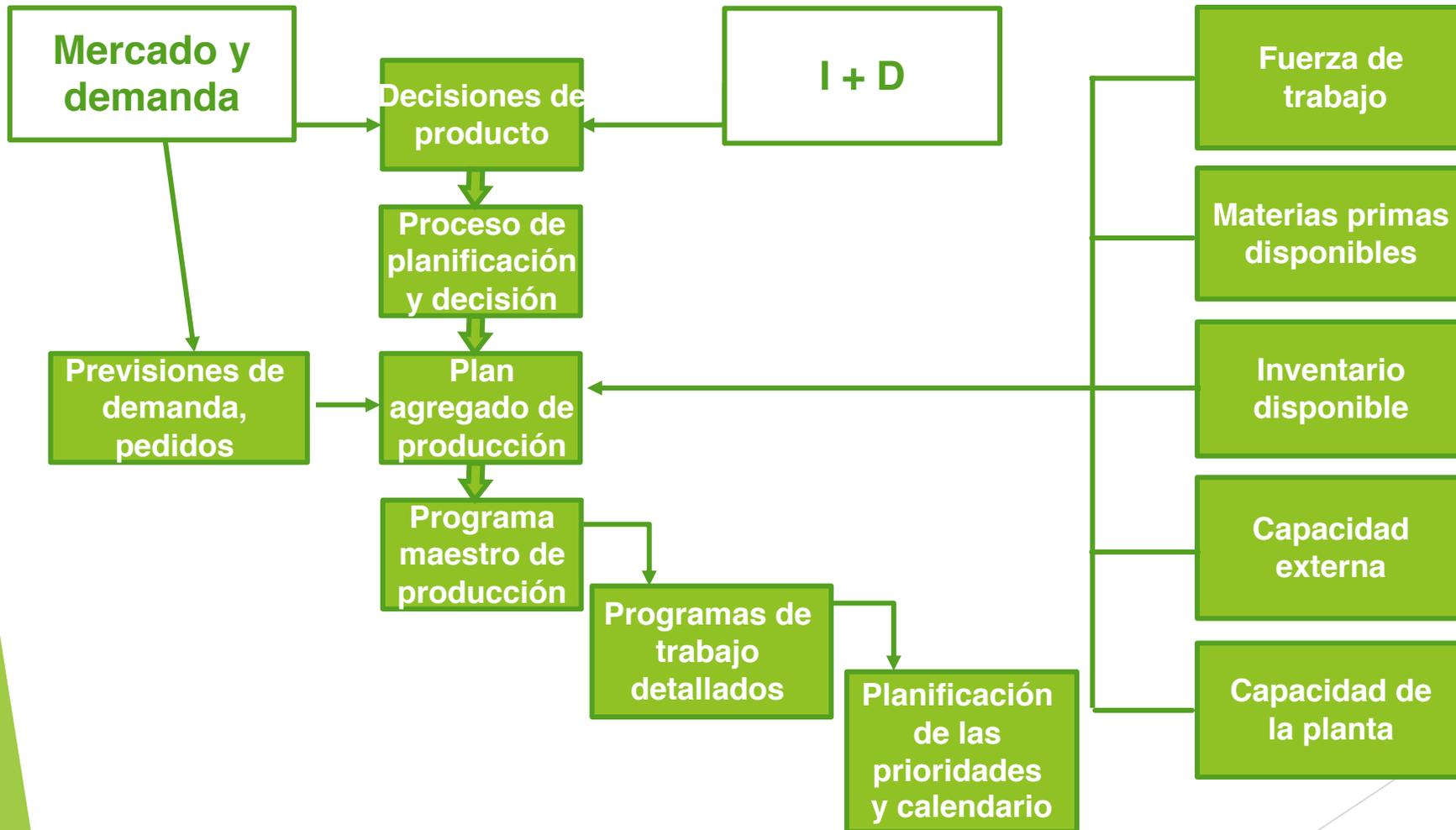


# Horizontes de Planificación





# Relaciones del Plan Agregado





# Objetivos de la Planificación Agregada

- ❑ Satisfacer la demanda
- ❑ Utilizar la capacidad de forma eficaz
- ❑ Satisfacer los programas de inventario
- ❑ Minimizar los costes:
  - ❖ Mano de obra
  - ❖ Inventario
  - ❖ Planta y equipo
  - ❖ Subcontratación





# Estrategias Puras

## Opciones: Variar la Capacidad

- ❑ Cambiar los niveles de inventario.
- ❑ Variar el volumen de la fuerza de trabajo contratando o despidiendo temporalmente.
- ❑ Variar las tasas de producción mediante las horas extras o las inactivas.
- ❑ Subcontratar.
- ❑ Contratar trabajadores a tiempo parcial.



# Estrategias Puras

## Opciones: Variar la Demanda

- ❑ Influir en la demanda
- ❑ Retrasar pedidos durante los periodos de alta demanda
- ❑ Mezclar productos con ciclos de demanda complementarios



## Ventajas e Inconvenientes de cada opción

Opción	Ventajas	Inconvenientes	Comentarios
Cambiar el nivel de inventario	Los cambios en los recursos humanos son graduales; no hay cambios bruscos en la producción	Coste de mantenimiento de inventario. La escasez puede producir pérdida de ventas	Es aplicable principalmente a la producción, no a los servicios
Variar el tamaño de la fuerza de trabajo contratando y despidiendo temporalmente	Evita los costes de otras alternativas	Costes de contratos, despidos y formación pueden ser importantes	Usado donde mucha gente no no cualificada busca ingresos extra



## Ventajas e Inconvenientes de cada opción

Opción	Ventajas	Inconvenientes	Comentarios
Variar las tasas de producción mediante las horas extras o inactividad	Iguala las fluctuaciones estacionales sin ningún coste de contrato/ formación	Primas de horas extras: trabajadores cansados; pueden no hacer frente a la demanda	Permite flexibilidad dentro del plan agregado
Subcontratar	Permite flexibilidad y nivelar la producción de la empresa	Pérdida del control calidad; beneficios reducidos; pérdida de futuros negocios	Se aplica principalmente en los entornos de producción



## Ventajas e Inconvenientes de cada opción

Opción	Ventajas	Inconvenientes	Comentarios
Utilizar trabajadores a tiempo parcial	Menos costoso y más flexible que los trabajadores fijos	Costes elevados de movimiento/formación; reflejado en la calidad; difícil programación	Bueno para trabajos no cualificados en áreas con grandes necesidades de mano de obra temporal
Influir en la demanda	Intentar usar la capacidad sobrante. Los descuentos atraen más clientes	Incertidumbre en la demanda. Dificultad para emparejar exactamente la demanda con la capacidad	Crea ideas de marketing “Sobrecontratación” (overbooking) usada en algunos negocios



## Ventajas e Inconvenientes de cada opción

Opción	Ventajas	Inconvenientes	Comentarios
Pedidos retrasados	Puede evitar las horas extras. Mantiene capacidad constante	El cliente debe estar dispuesto a esperar; pero el buen nombre se pierde	Muchas compañías retrasan pedidos
Mezclar productos de temporadas contrarias	Utiliza completamente los recursos; permite fuerza de trabajo estable	Puede exigir habilidades o equipo del área de experiencia de la empresa	Arriesgado buscar productos o servicios con modelos de demanda opuestos



## Opciones extremas

Estrategia de  
nivel

La tasa de  
producción es  
constante



Estrategia de  
persecución

La producción  
es igual a la  
demanda



# Estrategias Mixta & Nivelada

## Estrategia mixta:

- ❑ Combina dos o más opciones de planificación agregada

## Programación nivelada:

- ❑ Producir la misma cantidad todos los días
- ❑ Mantener el nivel de la fuerza de trabajo constante
- ❑ Variar las opciones de demanda o la capacidad de las fuerzas que no sean las de trabajo
- ❑ Suele tener como resultado unos costes de producción más bajos



# Métodos

## Métodos de gráficos y tablas:

- ❑ Son populares y fáciles de entender.
- ❑ Son métodos de prueba y error.

## Métodos matemáticos:

- ❑ Método de transporte.
- ❑ Regla de decisión lineal.
- ❑ Modelo de coeficientes de gestión.
- ❑ Simulación.



## Método Gráfico

- ❑ Pronosticar la demanda en cada periodo.
- ❑ Determinar la capacidad en el tiempo normal de trabajo, las horas extras y la subcontratación para cada periodo.
- ❑ Hallar los costes de la mano de obra, de contratación y despido y los costes de mantener el inventario.
- ❑ Considerar la política de la compañía que deba aplicarse a los trabajadores o a los niveles de existencias.
- ❑ Desarrollar planes alternativos y examinar sus costes totales.



# Comparación de los métodos

## Técnica

## Métodos

## Aspectos importantes

Método de gráficas y tablas

Prueba y error

Sencillo de entender y fácil de usar. Muchas soluciones; una elegida puede no ser óptima

Método de transporte

Optimización

Disponibles software PL; permite análisis de sensibilidad y nuevas restricciones. Las funciones lineales pueden no ser realistas.

Modelo de coeficientes de gestión

Heurístico

Sencillo, fácil de llevar a cabo, trata de imitar el proceso de decisión del directivo. Utiliza la regresión.



## Control de costos en las compañías de servicios

- ❑ Controlar de cerca las horas de trabajo para asegurar una respuesta rápida a la demanda del consumidor
- ❑ Recursos de mano de obra disponible que se pueden añadir o eliminar para satisfacer una demanda inesperada
- ❑ Flexibilidad de las calificaciones individuales de cada empleado para poder redistribuir la mano de obra disponible
- ❑ Flexibilidad de los trabajadores individuales según la tasa de producción o según las horas de trabajo para satisfacer la demanda

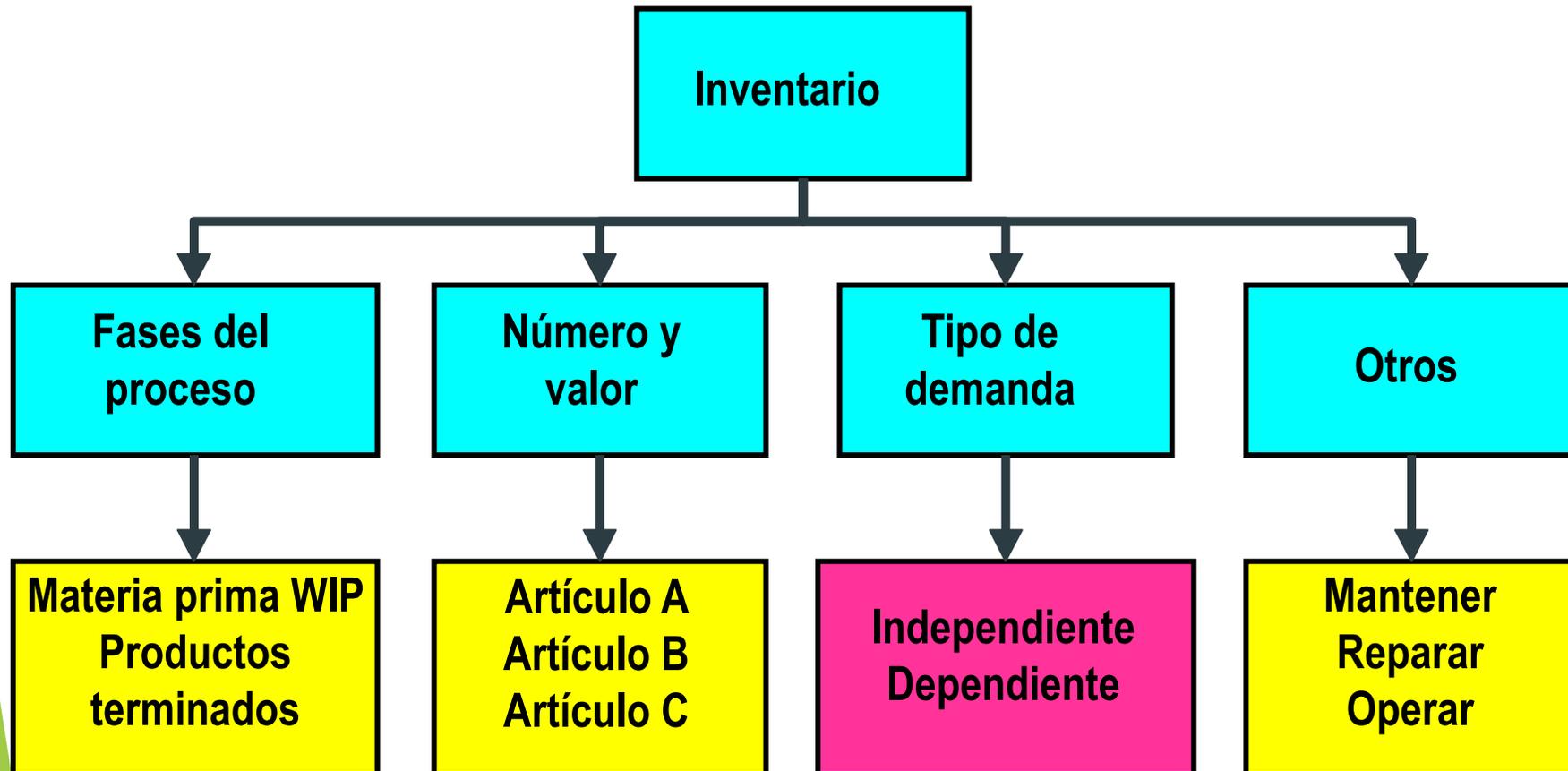


# Planificación MRP

- ❑ Modelo de inventario para demanda dependiente
- ❑ Estructura y Gestión MRP
- ❑ Planificación de los recursos de la empresa (ERP)
- ❑ El concepto MRP y la demanda dependiente
- ❑ Cálculos en MRP
- ❑ Usos y beneficios del MRP



# Clasificación del inventario





# Demanda dependiente vs demanda independiente

Artículo	Materiales con demanda independiente	Materiales con demanda dependiente
Fuente de la demanda	Clientes de la empresa	Artículos padre
Tipo de material	Productos acabados	WIP y materias primas
Método de estimación de demanda	Previsión y reserva de pedidos por los clientes	Cálculo
Método de planificación	EOQ y ROP	MRP



# Modelos de inventario

## Demanda Dependiente

Para utilizar los modelos de inventario para la demanda dependiente de forma eficaz, el director de operaciones debería conocer:

- ❑ El programa marco de producción
- ❑ Las especificaciones o listas de materiales
- ❑ La disponibilidad del inventario
- ❑ Los pedidos de compra pendientes
- ❑ Los plazos de entrega

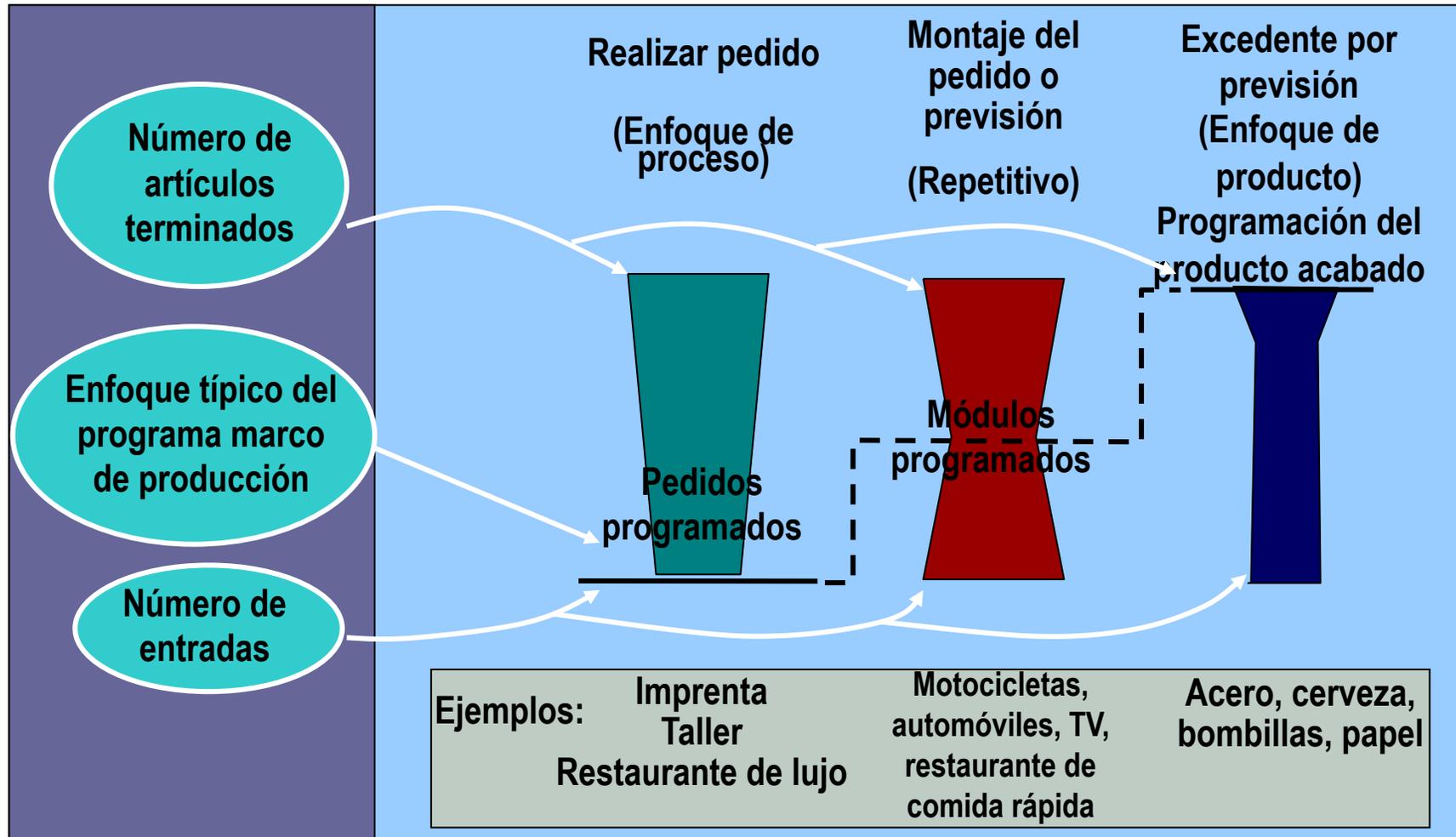


# El proceso de planificación





# Enfoque típico del programa marco de producción





## Especificaciones o listas de materiales

Listas de los componentes y de las cantidades necesarios para fabricar un producto.

Proporciona la estructura del producto (árbol):

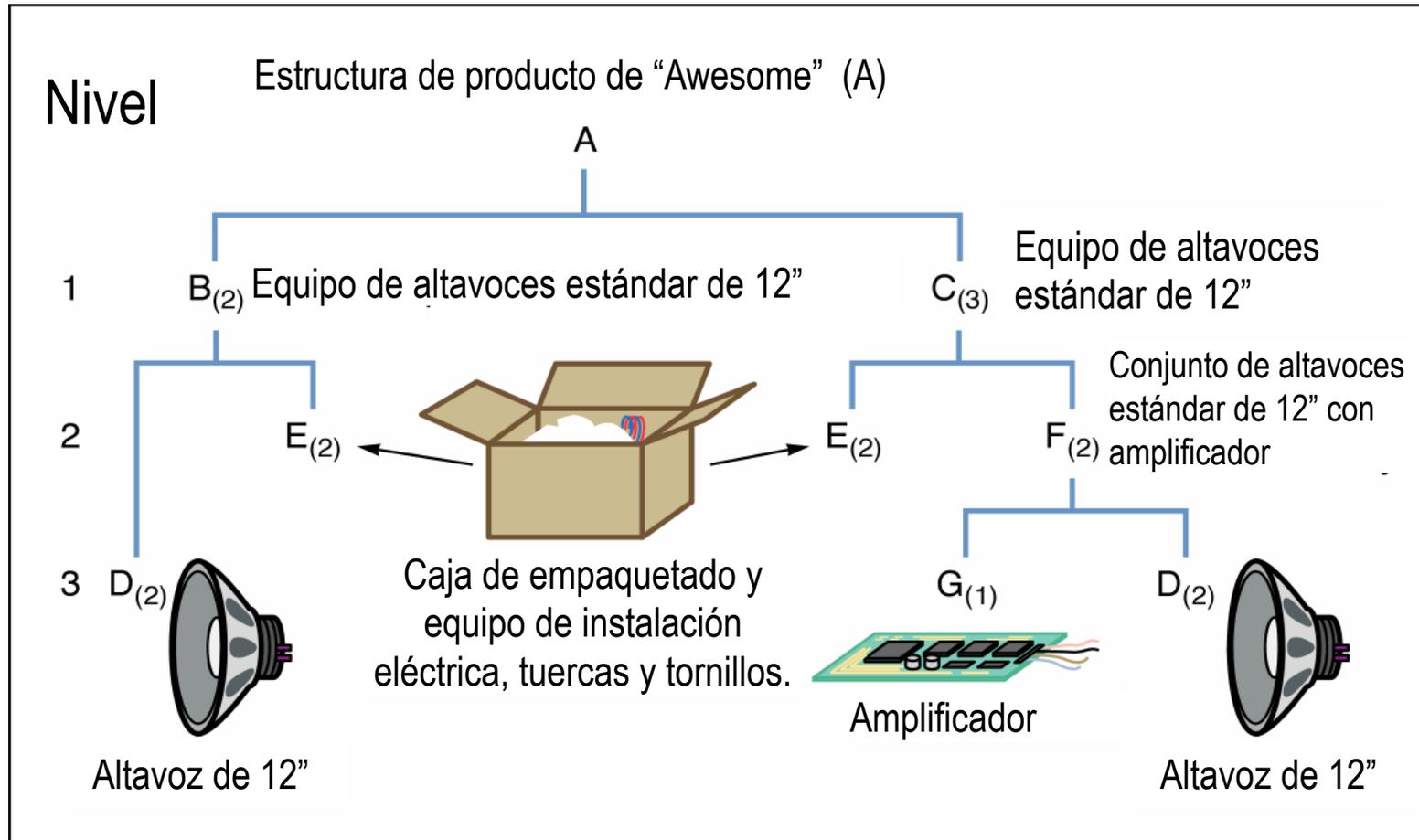
- ❑ **Padres:** son los artículos que están por encima de un nivel.
- ❑ **Hijos:** son los artículos que se encuentran por debajo de un nivel.

Muestran una codificación de nivel inferior:

- ❑ El artículo es codificado en el nivel más bajo que aparece.
- ❑ El nivel más alto es 0; el siguiente 1, etc.



# Lista de Materiales





# Listas de materiales especiales

## Listas de módulos:

- ❑ Los módulos son componentes que pueden ser producidos y montados en otras unidades.

## Listas de planificación:

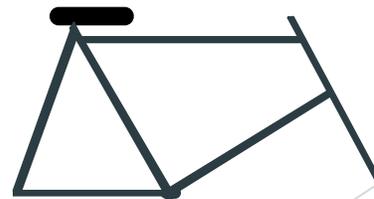
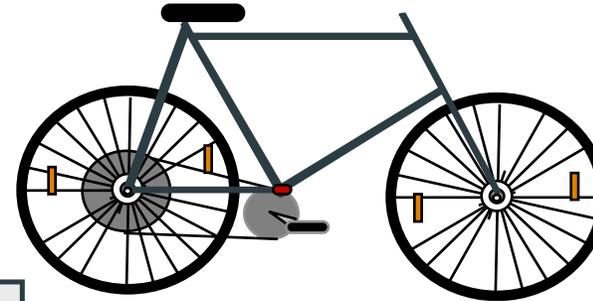
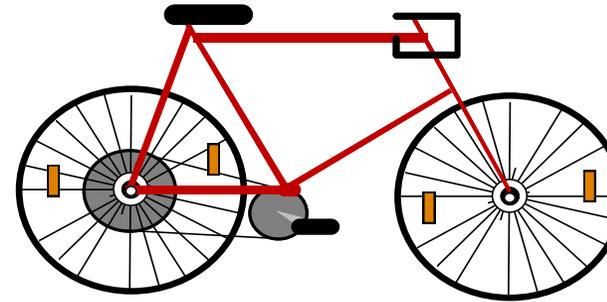
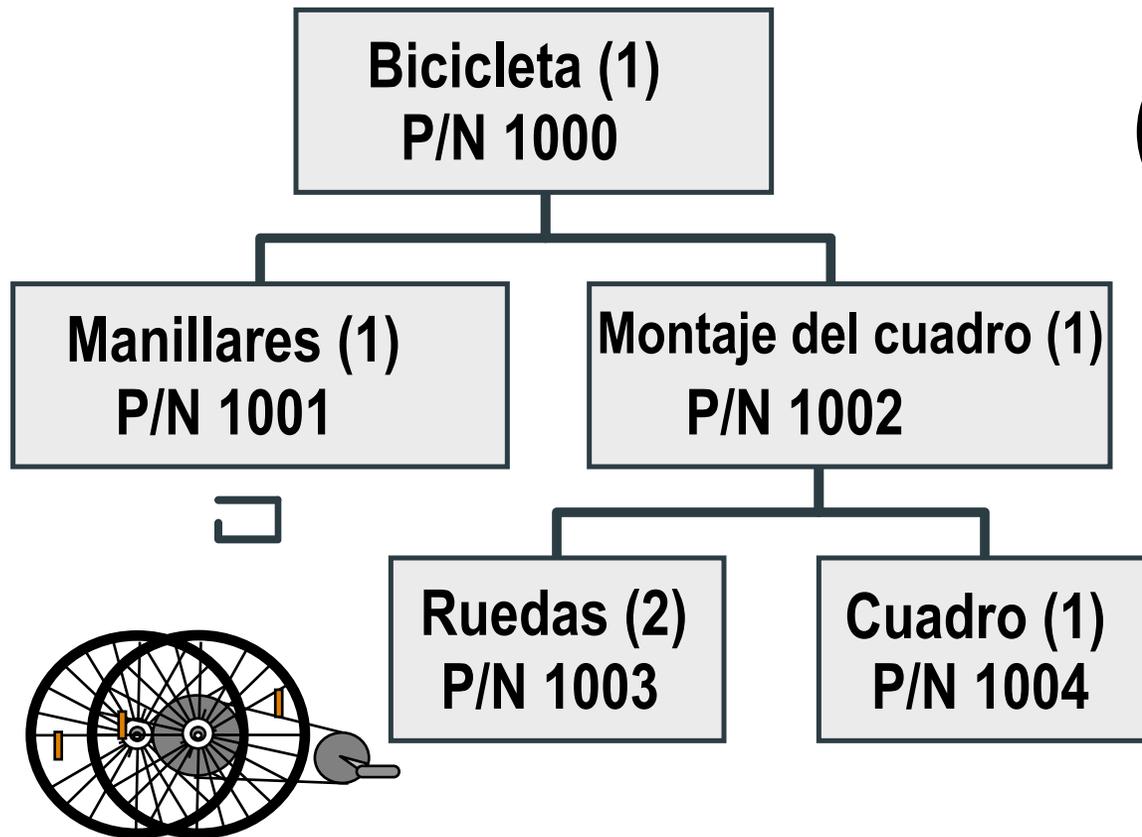
- ❑ Están creadas para asignar un padre artificial.
- ❑ Reducen el número de artículos programados.

## Listas fantasmas:

- ❑ Se utilizan para submontajes que existen sólo de forma temporal.



# Listas de materiales: árbol de la estructura del producto

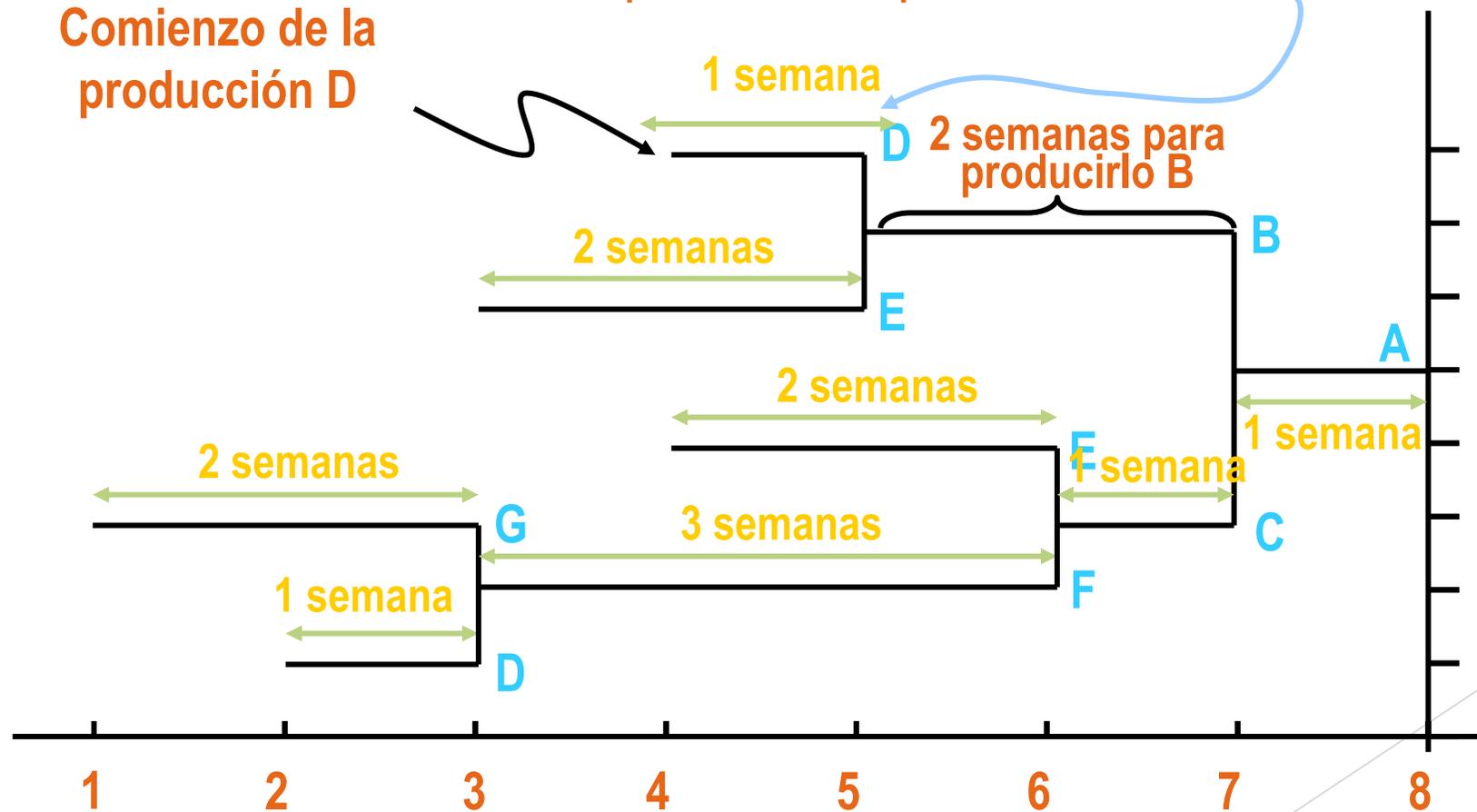




# Estructura de producto desplazada en el tiempo

Aquí debe de estar completada la producción (compra) de D y E para que la producción de B pueda comenzar

Comienzo de la producción D



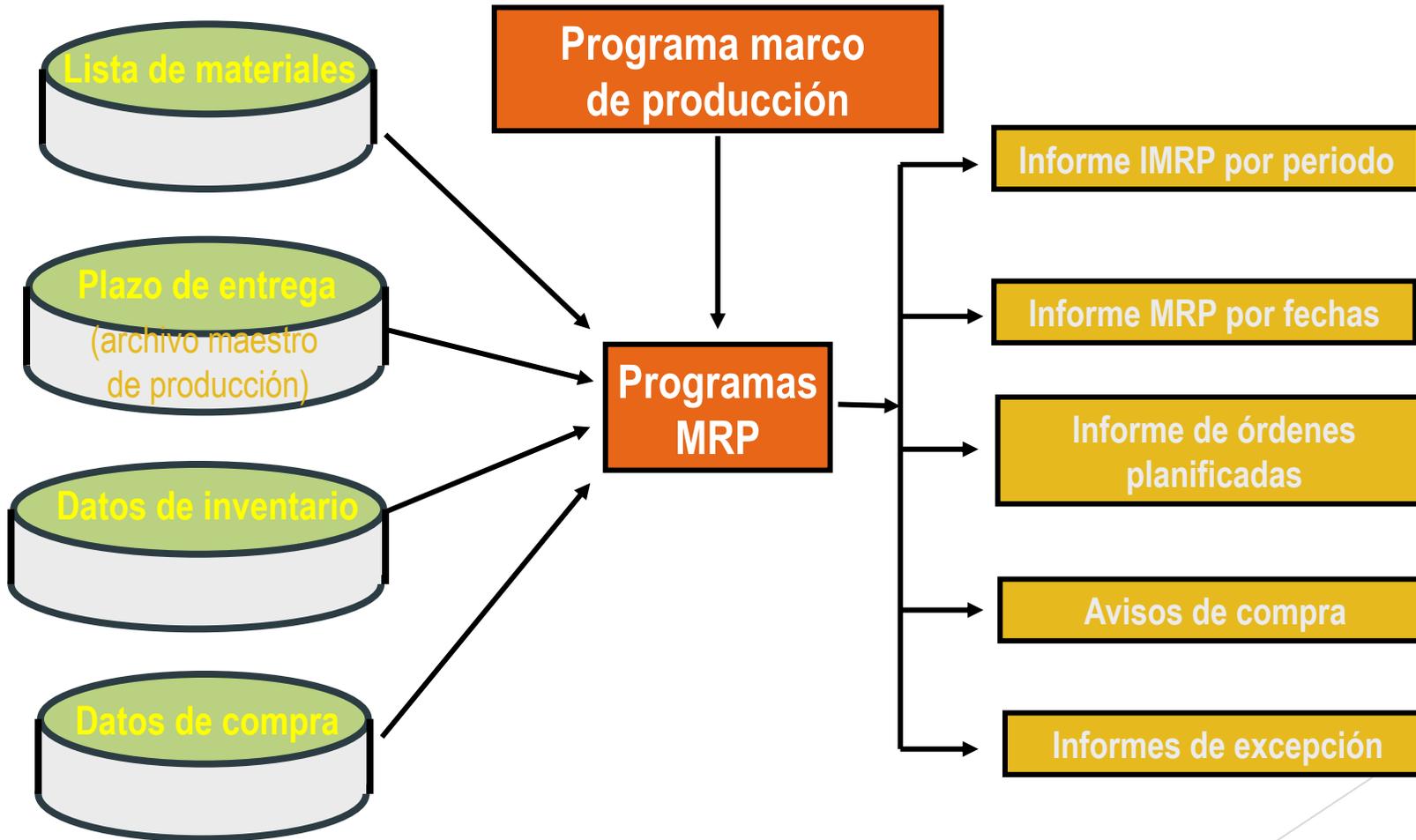


## Ventajas de la MRP

- ❑ La satisfacción del cliente es mayor debido al cumplimiento de los programas de entrega.
- ❑ La respuesta a los cambios del mercado es más rápida.
- ❑ Una mejor utilización de la mano de obra y del equipo.
- ❑ La programación y la planificación del inventario es mejor.
- ❑ Reducción de los niveles de inventario sin tener que reducir el servicio al cliente.

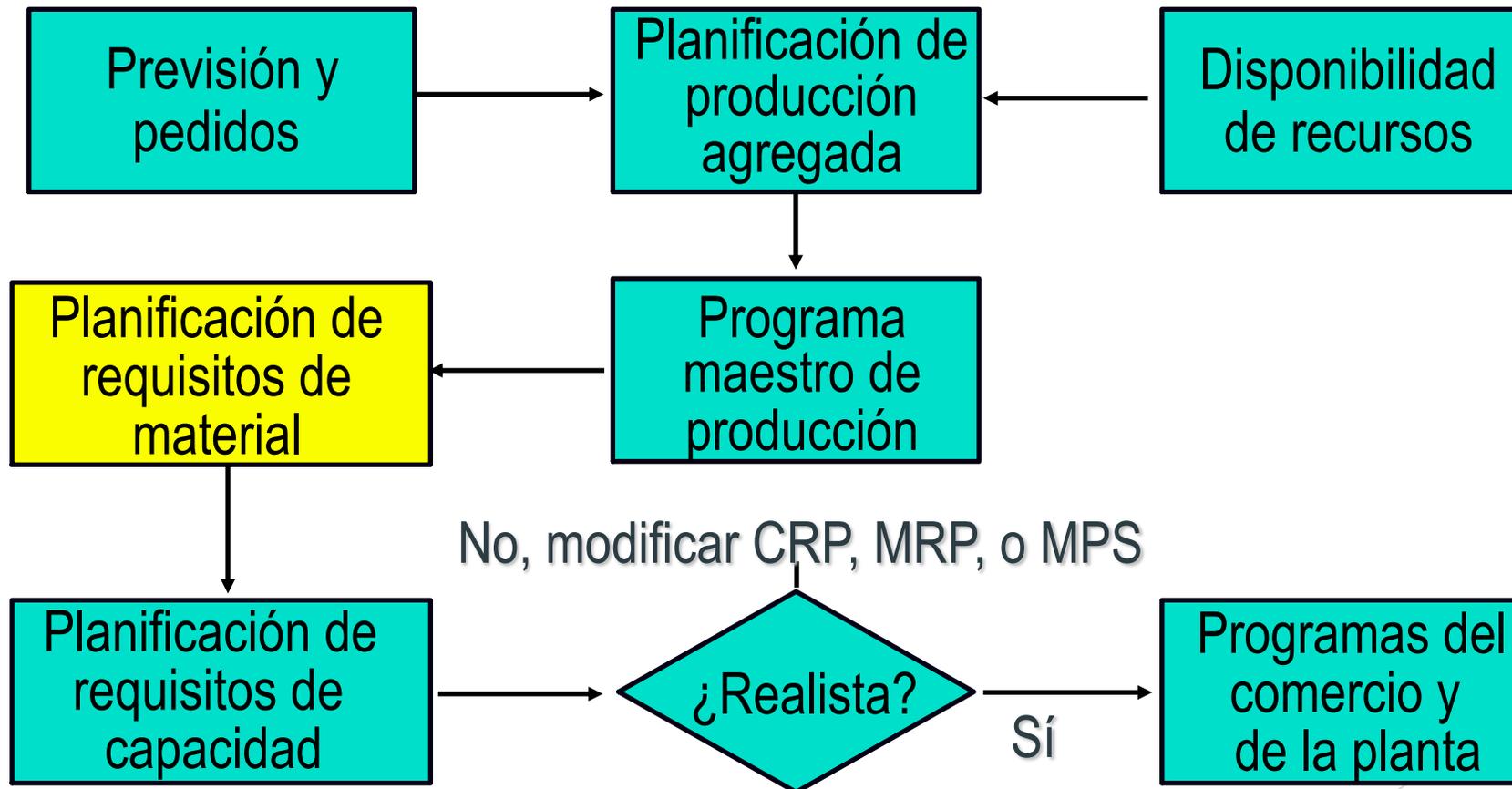


# Estructura MRP





# MRP y el proceso de planificación de producto





# Sistemas MRP: recursos y producción





# Programa marco de producción

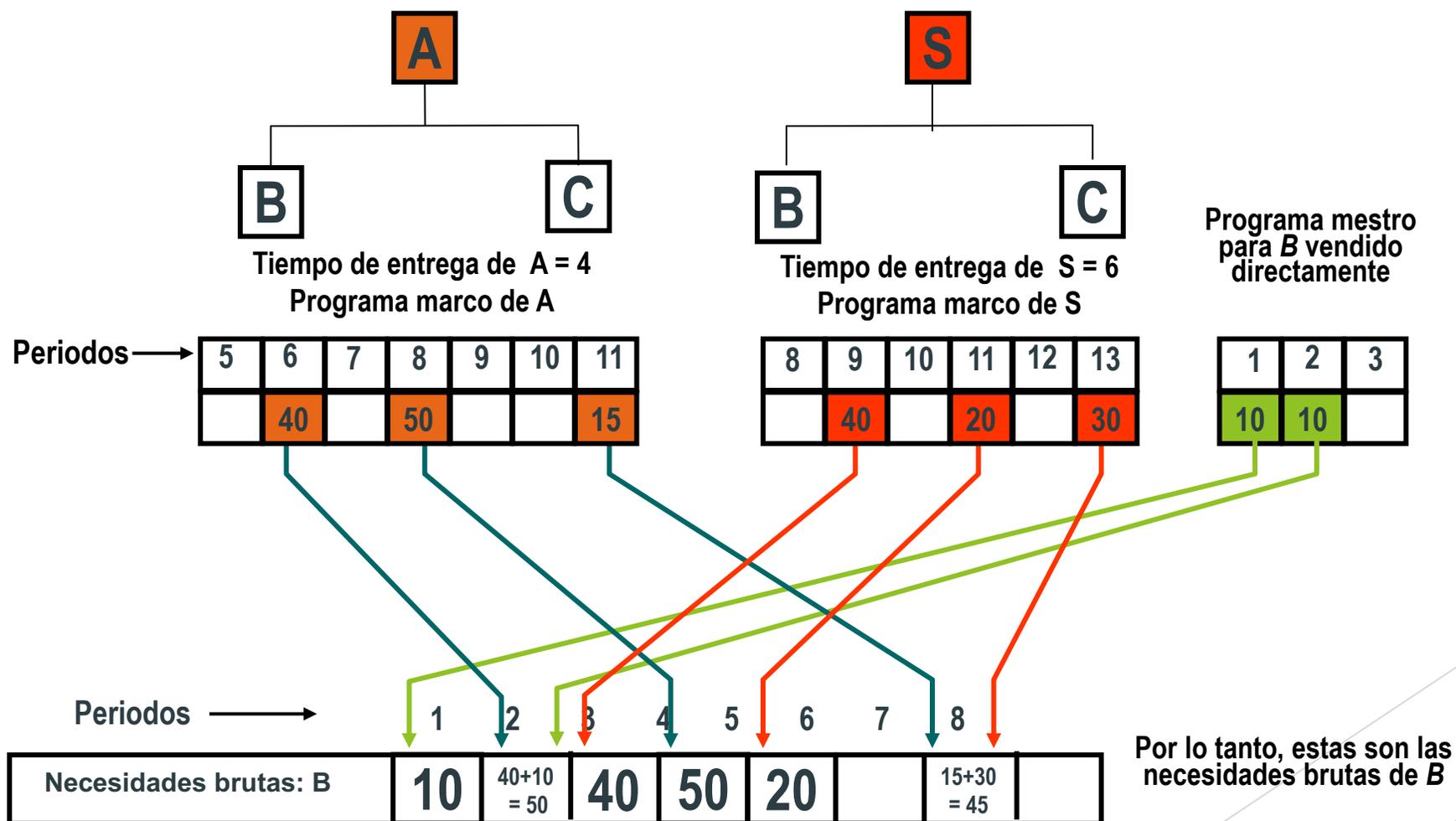
- ❑ Muestra los artículos que se tienen que producir.
  - ❖ Artículo terminado, pedido del cliente, módulo.
- ❑ Está basado en el plan agregado.

Ejemplo:

Artículo/Semana	3 oct	10 oct	17 oct	24 oct
Taladros	300	200	310	300
Sierras	300	450	310	330



# Derivación del programa marco



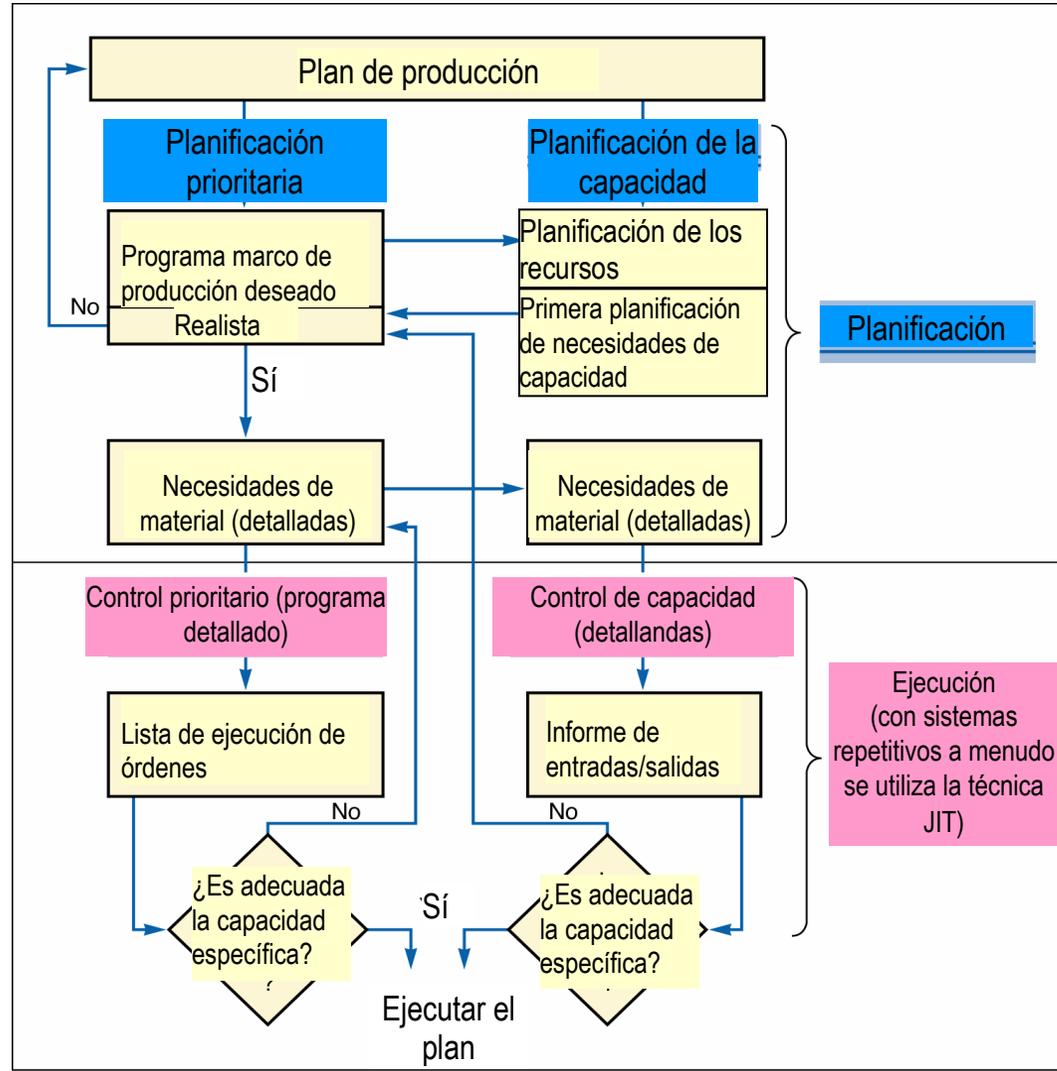


## Dinámica MRP

- ❑ Tiene capacidad de replanificación.
  - ❖ Nerviosismo del sistema.
- ❑ Los intervalos de tiempo: permiten que un segmento del programa marco sea designado como “no reprogramable”.
- ❑ “Pegging”: rastrea de abajo a arriba en la lista de materiales desde el artículo componente hasta el padre.
- ❑ El hecho de que el director de operaciones pueda reaccionar ante los cambios, no implica que deba hacerlo.

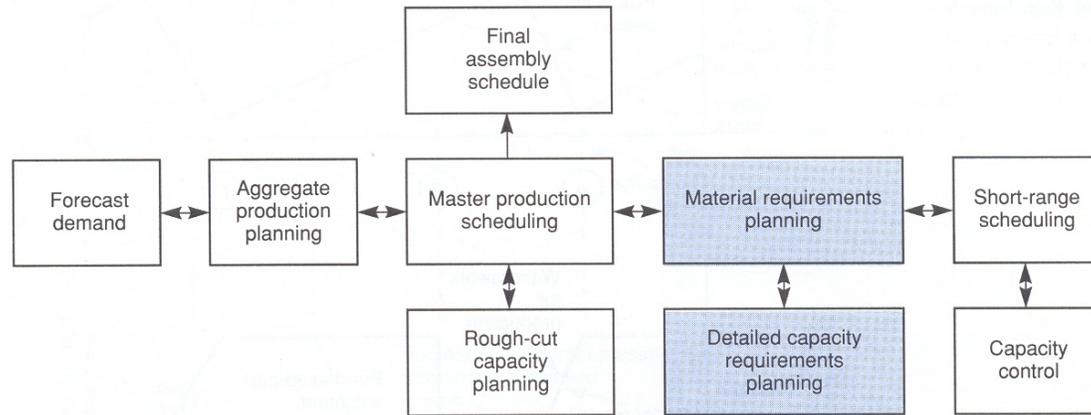


# Introducción del JIT en la MRP





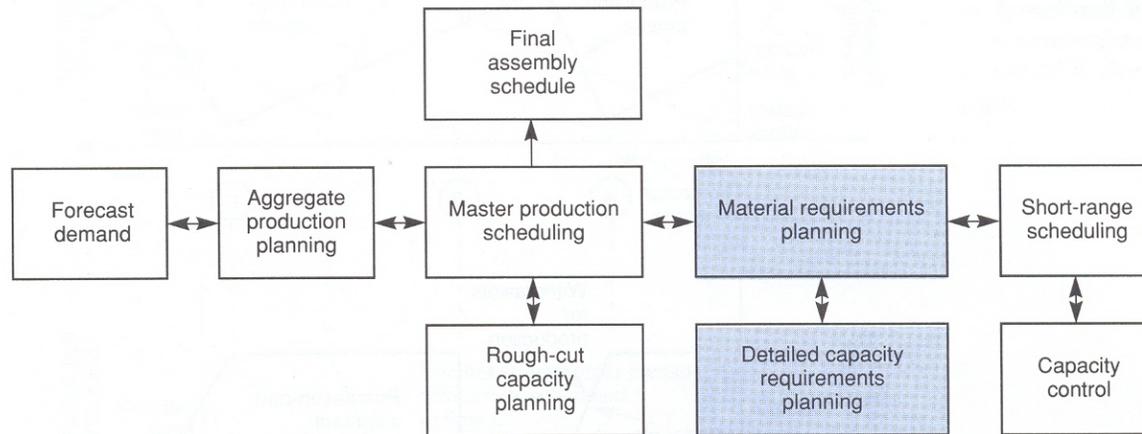
# El concepto MRP y la demanda dependiente



- ❑ Planificación de los requerimientos de materiales es la técnica utilizada para planificar y controlar los inventarios de manufactura (todo material involucrado en la manufactura)
- ❑ Utilizando la lista de materiales y la programación maestra de producción, el MRP determina los requerimientos y la programación para la manufactura de componentes y sub-ensamblajes, y / o la procura de materiales
- ❑ El objeto del MRP es que todas las partes y materiales estén disponibles en el momento y lugar donde se necesiten.



# El concepto MRP y la demanda dependiente



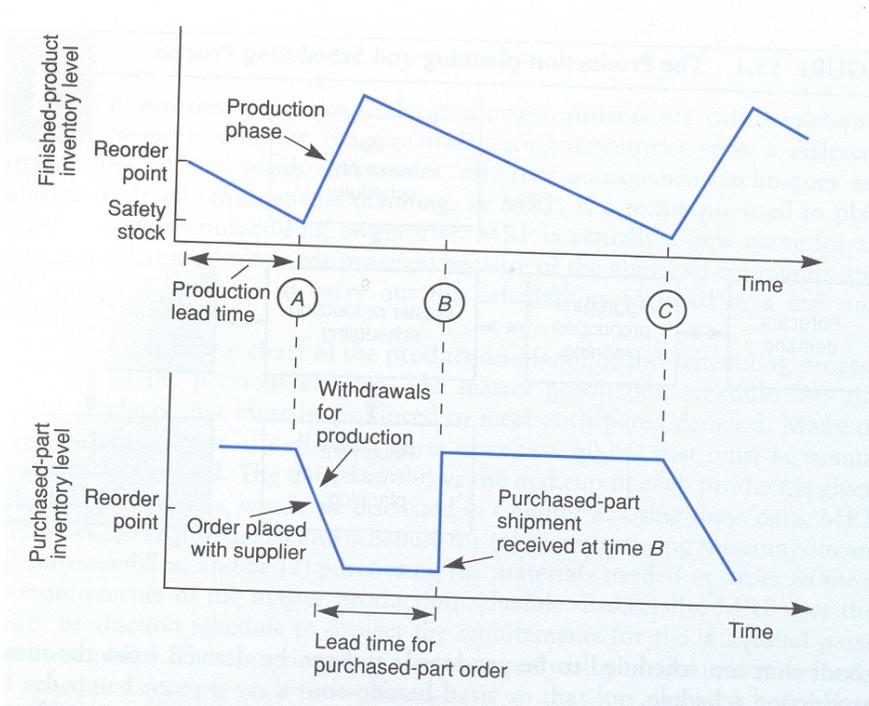
Un sistema MRP va mas allá de la simple proyección de los requerimientos. El sistema MRP tiene tres funciones principales:

- ❑ Control de los niveles de inventario
- ❑ Asignación de prioridades para los componentes
- ❑ Determinación de los requerimientos de capacidad a niveles detallados

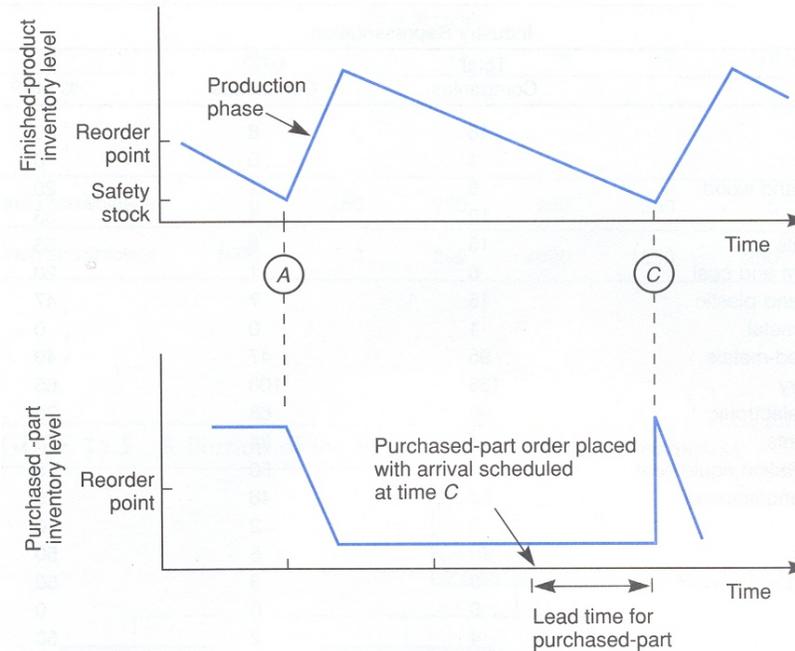


# El concepto MRP y la demanda dependiente

## Sin el Sistema MRP



## Con el Sistema MRP





# Usos y beneficios del MRP

## Planificación y Control de Inventario

- ❑ Que ordenar
- ❑ Cuanto ordenar
- ❑ Cuando ordenar
- ❑ Cuando solicitar entrega



# Usos y beneficios del MRP

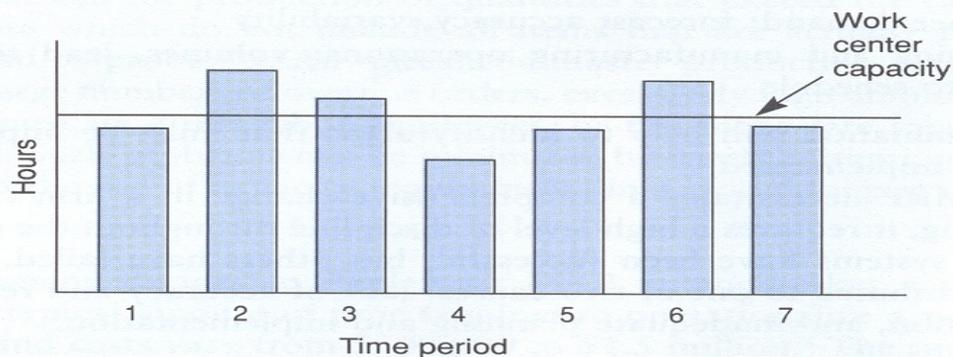
## Requerimientos de la capacidad (CRP)

- ❑ Módulo de Planificación de los requerimientos de capacidad (CRP) el encargado de estos cálculos.
- ❑ CRP, con base en el plan de materiales, determina los recursos humanos y los recursos de maquinaria necesarios para cumplir con los objetivos
- ❑ A diferencia de la programación maestra, la planificación detallada de la capacidad utiliza la información detallada de materiales que provee el MRP para sus cálculos. En el MPS se calculaba la capacidad de los cuellos de botella. En el CRP se calcula la capacidad de todas las estaciones de trabajo incluidas en el sistema



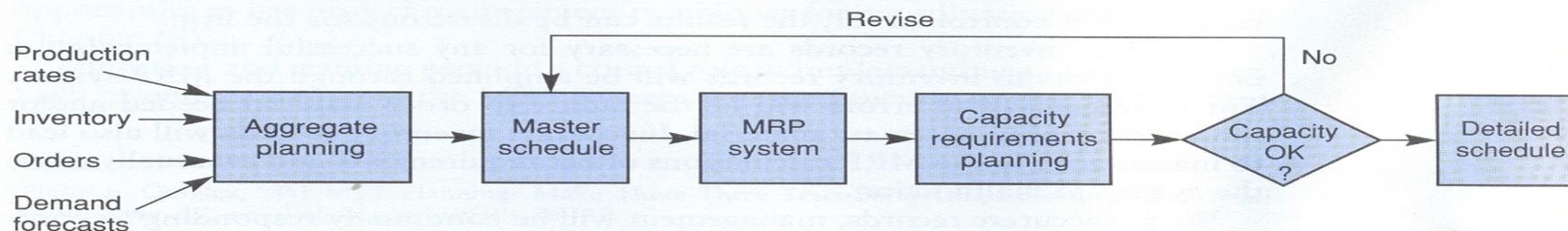
# Usos y beneficios del MRP

## Requerimientos de Capacidad



**FIGURE 15.9**  
A Sample Load Report

**FIGURE 15.10** Closed-loop MRP System



- ❑ CRP se comprueba que la capacidad es inferior a la requerida, es necesario realizar los ajustes, incluso en el MPS y volver a correr el MRP. A esto se le conoce como Sistema cerrado de MRP



## Ampliaciones de MRP: Planificación de la capacidad

Las tácticas para suavizar la carga y minimizar el efecto de los cambios de los plazos incluyen:

- ❑ **Solapamiento:** reduce el tiempo de entrega y consiste en mandar las piezas a la segunda operación antes de que el lote entero sea completado en la primera operación.
- ❑ **División de operaciones:** manda el lote a dos máquinas diferentes para la misma operación.
- ❑ **División el lote:** implica desmenuzar el pedido y llevar a cabo parte de éste por delante del programa.





# Usos y beneficios del MRP

## Planificación de prioridades en el piso de fábrica

- ❑ Priorización de órdenes al asignar una fecha de terminación específica por parte del MRP
- ❑ Reprogramación automática de órdenes para mantener al día las prioridades:
  - ❖ Agilización de órdenes
  - ❖ Freno de órdenes

## Beneficios del MRP...

- ❑ En procura, recepción, mercadeo, y finanzas...



# Sistemas de Información MRP

- ❑ **MRP & ERP**
- ❑ **MRP en el sector servicios**



# Planificación de las necesidades de materiales (MRP)

Fabricación de un sistema de información por computador.

Determina la cantidad y la estimación de tiempo de los artículos de demanda dependientes.

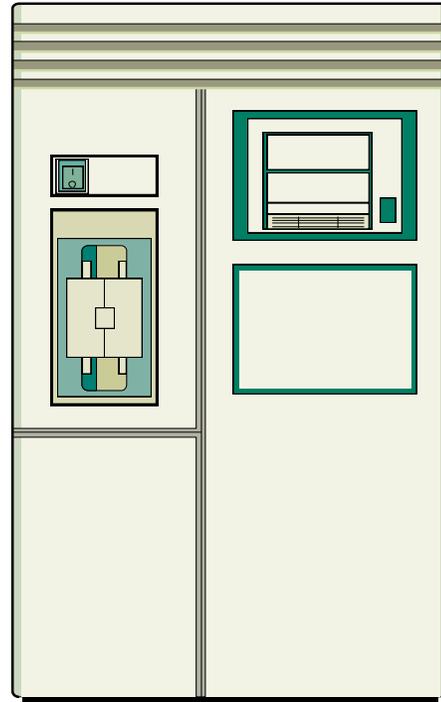


	1	2	3	4	5
<b>Gross Requirements</b>	2	20		25	15
<b>Scheduled Receipts</b>	5		30		
<b>Available</b>	25	23	33	33	8
<b>Net Requirements</b>					7
<b>Planned Order Receipts</b>					7
<b>Planned Order Releases</b>		7			



# Requisitos de la MRP

- ❑ Sistema computerizado
- ❑ En su mayoría, productos sencillos
- ❑ Lista de materiales precisa
- ❑ Estado de inventario preciso
  - ❖ 99 por ciento de precisión en el inventario
- ❑ Plazos de entrega estables





# Sistema de información MRP

La implantación de un esquema MRP no es viable sin la utilización de computadoras que permitan calcular y manejar la gran cantidad de información requerida

Data de manejo básica es la lista de materiales estructurada, la programación maestra de la producción, y el acceso a la data de inventario para cada uno de los componentes en la lista de materiales:

Los inventarios deben tener lo siguiente:

- ❑ Número de parte
- ❑ Cantidad a mano
- ❑ Cantidad ordenada
- ❑ Costo
- ❑ Tiempo de procura (“Lead time”)



# Sistema de información MRP

Diagrama esquemático de un sistema MRP

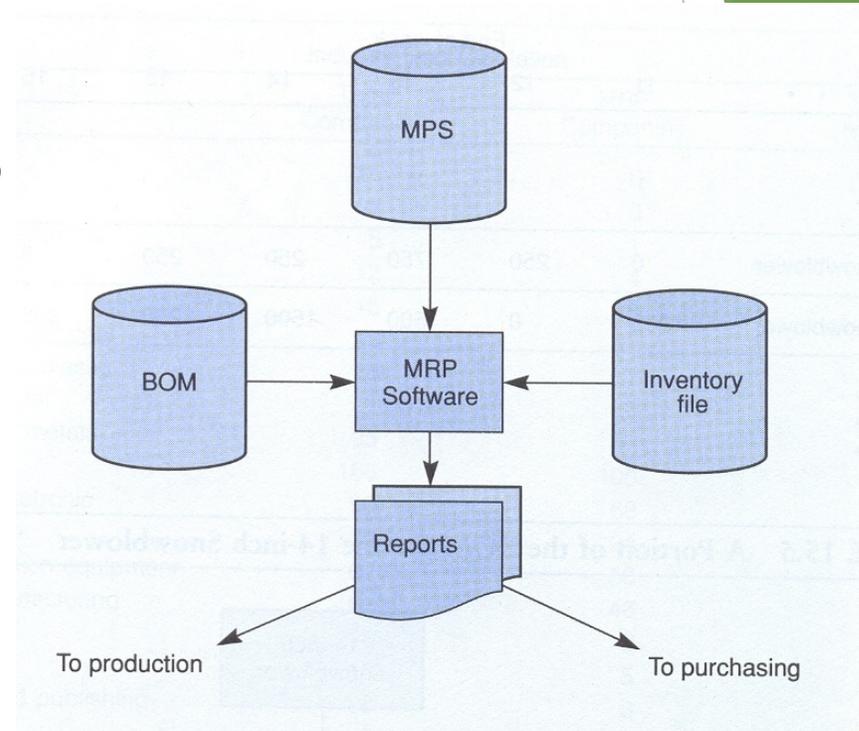
Las entradas al sistema:

- ❑ Lista de Materiales
- ❑ Programación Maestra
- ❑ Inventarios

Las salidas del sistema:

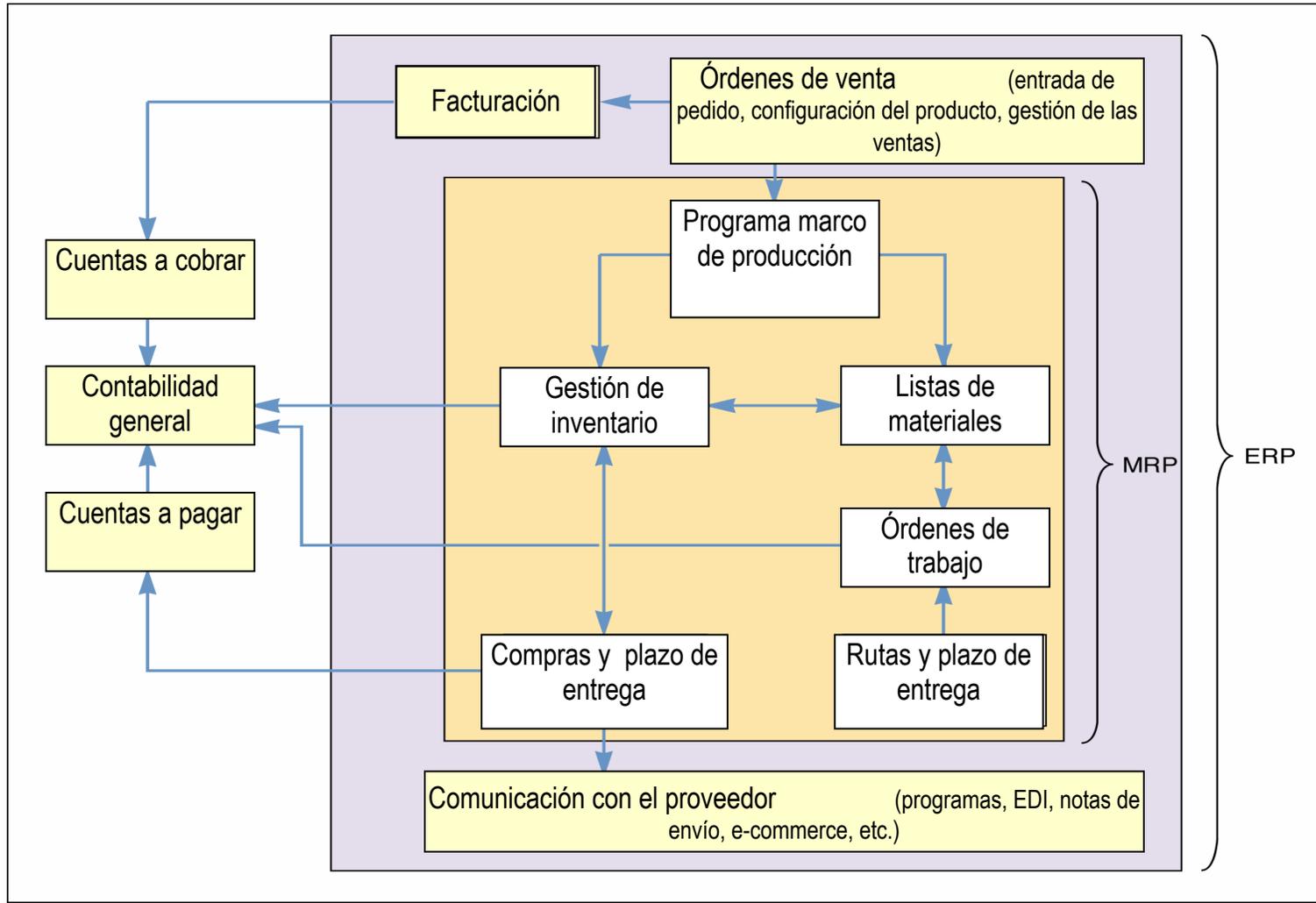
- ❑ Liberación de órdenes de compra planificadas
- ❑ Liberación de órdenes de producción planificadas

El sistema también genera órdenes automáticas para cancelación, reprogramación o modificación de órdenes





# Los Sistemas de Información (MRP II & ERP)





## MRP II & ERP

- ❑ La utilización de un sistema con base en MRP para la planificación de la manufactura en una empresa, se le conoce con el nombre de MRP II - Manufacturing Resource Planning.
- ❑ MRP II incluye aspectos de planificación estratégica financiera al igual que planificación de la producción. Capacidades de simulación permite el estudio de escenarios hipotéticos (What If?)
- ❑ Estos sistemas son conocidos hoy en día como sistemas ERP - Enterprise Resource Planning, ya que incluyen además del MRP, otros aspectos para el manejo de empresas de muy variada indole, e integran los aspectos logísticos con los financieros de una manera mucho mas completa



## MRP en servicios

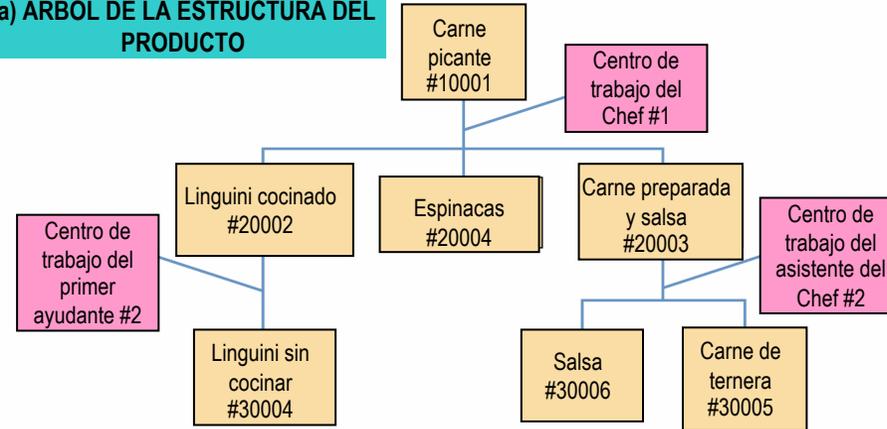
Se puede utilizar cuando la demanda de varios servicios o artículos de servicios se clasifica como demanda dependiente cuando está directamente relacionada con, o derivada de, la demanda de otros servicios.

- ❑ Restaurante: panecillos necesarios para cada comida.
- ❑ Hospitales: instrumental quirúrgico.



# Servicios y el MRP II

## (a) ÁRBOL DE LA ESTRUCTURA DEL PRODUCTO



## (b) LISTA DE MATERIALES

Número de la parte	Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Unidad de coste
10001	Carne de ternera picante	1	Servicio	-
20002	Linguini cocinado	1	Servicio	-
20003	Carne preparada y salsa	1	Servicio	-
20004	Espinacas	0,1	Bolsa	0,94
30004	Linguini sin cocinar	0,5	Libra	-
30005	Carne de ternera	1	Servicio	2,15
30006	Salsa	1	Servicio	0,80

## (c) LISTA DE TRABAJO DE LA CARNE PICANTE

Centro de trabajo	Operación	Tipo de mano de obra	Horas laborales	
			Tiempo de preparación	Tiempo de ejecución
1	Montar el plato	Chef	0,0069	0,0041
2	Cocinar el Linguini	Ayudante nº 1	0,0005	0,0022
3	Cocinar la carne y la salsa	Asistente del Chef	0,0125	0,0500