



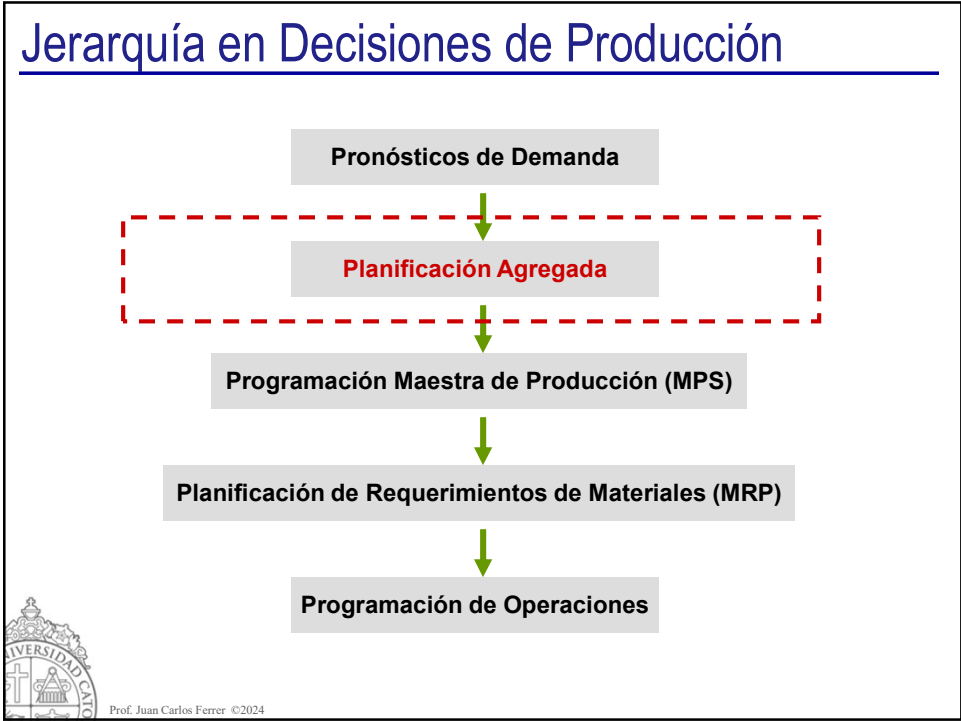
ICS 3213
Gestión de Operaciones

Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas
Pontificia Universidad Católica de Chile

Clase 22: Planificación Agregada

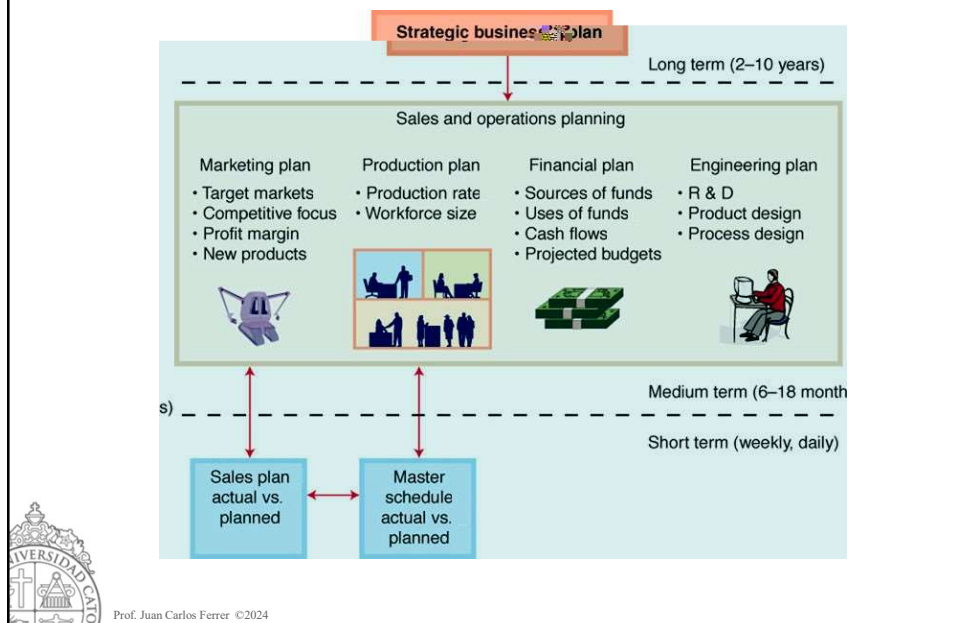
Prof. Juan Carlos Ferrer - 2^{do} Semestre 2024

1



2

Planificación jerárquica



3

Planificación Agregada

- ¿Deberíamos usar inventarios para absorber cambios en la demanda durante los periodos de producción?
- ¿Deberíamos acomodar los cambios en la demanda variando el tamaño de la fuerza laboral?
- ¿Deberíamos usar trabajadores partime, o usar sobretiempo para absorber las fluctuaciones?
- ¿Deberíamos usar subcontratos en órdenes fluctuantes de manera de mantener una fuerza laboral estable?
- ¿Deberíamos usar precios u otros factores para influenciar a la demanda?



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

4

Planificación agregada

- Objetivo: Especificar la combinación óptima de
 - Nivel de recursos humanos (número de trabajadores)
 - Tasa de producción (unidades completadas por unidad de tiempo)
 - Inventario en mano (inventario guardado desde el periodo anterior)
- Considera un *trade-off* entre almacenar inventario y capacidad de corto plazo basada en recursos humanos
- Planificación con período de rango intermedio: 6 a 18 meses
- La idea de **agregación** es planificar grupos de productos o una categoría amplia



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

5

Opciones basadas en la demanda

- Inventario de productos terminados
 - Permite absorber fluctuaciones en la demanda
- Faltante
 - Retraso en despacho
- Ajuste vía precios
 - Usado para desplazar demanda a períodos no *peak*
 - Uso de publicidad y promociones



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

10

Opciones basadas en la capacidad

- **Sobretiempo:** opción de corto plazo
 - Se paga bono a trabajadores por trabajar horas extras
- **Bajotiempo:** opción de corto plazo
 - Disminuir la tasa de producción o mandar trabajadores a casa más temprano si es posible.
- **Subcontratar:** opción de mediano plazo
- **Contratar y despedir trabajadores:** opción de largo plazo
 - Cambio de tamaño en la fuerza laboral

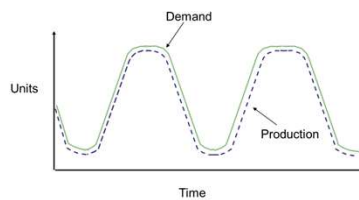
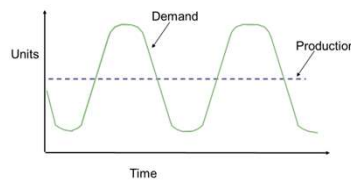


Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

11

Tipos de planes agregados

- **Planes de nivel (*level*)**
 - Usa una fuerza laboral constante y produce cantidades similares cada período
 - Usa inventario y faltante para absorber los altos y bajos de la demanda
- **Planes ajustados (*chase*)**
 - Minimiza inventario de producto terminado tratando de sincronizar el ritmo de producción con las fluctuaciones de la demanda



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

12

Costos en planes agregados

- Costos de inventario
- Costos de faltante
- Costos de ventas perdidas
- Costos de sobretiempo
- Costos de subcontrato
- Costos de trabajos part-time
- Costos de contrato y despido



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

13

Consideraciones preliminares

- Identificar el punto de partida
 - ¿Qué capacidad está en uso actualmente?
- Identificar la magnitud del cambio necesario
- Identificar la duración en que la nueva capacidad es necesaria



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

14

Desarrollando un plan agregado

- 1. Elegir el plan que mejor calza con los objetivos
Nivel, ajustado, o híbrido
- 2. Determinar la tasa de producción
Plan de nivel con faltante:
tasa igual a promedio demanda en el horizonte de planificación
Plan de nivel sin faltante:
tasa se eleva para cumplir con toda la demanda a tiempo
Plan de ajuste:
asigna el tiempo de producción, la cantidad de sobretiempo, y el trabajo subcontratado para satisfacer demanda en cada periodo
- 3. Calcular el tamaño de la fuerza laboral
- 4. Probar el plan agregado y calcular costos
- 5. Evaluar el plan en términos de costos, de servicio al cliente, de operaciones, y de recursos humanos



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

15

Estrategia de nivel (level)

Beginning Inventory	2500								Average	
Beginning Workforce	18								Aggregate	Aggregate
Labor Standard	0.64								Demand	Demand
Reg Hrs Available	160								7	
OT Hrs Available	20									
Period	1	2	3	4	5	6	7			
Demand/period	500	6000	2000	1500	4000	5500	8500	28000.00	4000.00	
Production/period	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000			
Cum Demand	500	6500	8500	10000	14000	19500	28000			
Cum Production	4000	8000	12000	16000	20000	24000	28000			
Excess Units	3500	1500	3500	6000	6000	4500	0	25000		
Units Short	0	0	0	0	0	0	0			
Units/Period	250									
Needed Workforce	16									
Hires	0									
Fires	2									
Cost	Per Unit	Total Cost								
Materials	\$30.00	\$840,000.00								
Labor	\$9.60	\$268,800.00								
Overtime	\$14.40									
Hiring	\$500.00	\$0.00								
Firing	\$750.00	\$1,500.00								
Holding	\$5.00	\$125,000.00								
Total Costs		\$1,235,300.00								



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

16

Criterio no financiero

- Perspectiva de operaciones
 - Un flujo constante es más fácil de manejar
- Perspectiva de recursos humanos
 - Nadie es contratado ni despedido (salvo al inicio)
 - La moral de las personas es mejor
- Perspectiva de marketing
 - Toda la demanda es satisfecha, por lo que no hay problemas de satisfacción del cliente



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

17

Estrategia de ajuste (chase)

Beginning Inventory	2500
Beginning Workforce	18
Labor Standard	0.64
Reg Hrs Available	160
OT Hrs Available	20

Period	1	2	3	4	5	6	7	Aggregate Demand
Demand/period	500	6000	2000	1500	4000	5500	8500	28000
Production/period	500	6000	2000	1500	4000	5500	8500	
Workers Needed	2	24	8	6	16	22	34	
Workers Hired	0	22	0	0	10	6	12	
Workers Fired	16	0	16	2	0	0	0	

Units/period per employee	250
Hires	50
Fires	34

Cost	Per Unit	Total Cost
Materials	\$30.00	\$840,000.00
Labor	\$9.60	\$268,800.00
Overtime	\$14.40	
Hiring	\$500.00	\$25,000.00
Firing	\$750.00	\$25,500.00
Holding	\$5.00	\$0.00
Total Cost		\$1,159,300.00



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

18

Criterio no financiero

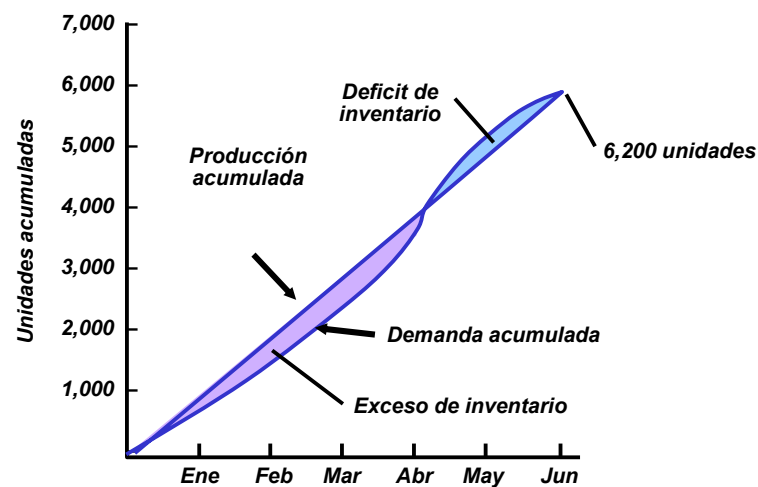
- Perspectiva de operaciones
 - ¿Están las operaciones capacitadas para aumentar y disminuir con esta rapidez?
- Perspectiva de recursos humanos
 - ¿Los empleados toleran ser contratados y despedidos con esta rapidez?
 - ¿Qué sucede con el entrenamiento y con el tema de curvas de aprendizaje?
- Perspectiva de marketing
 - Toda la demanda es satisfecha



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

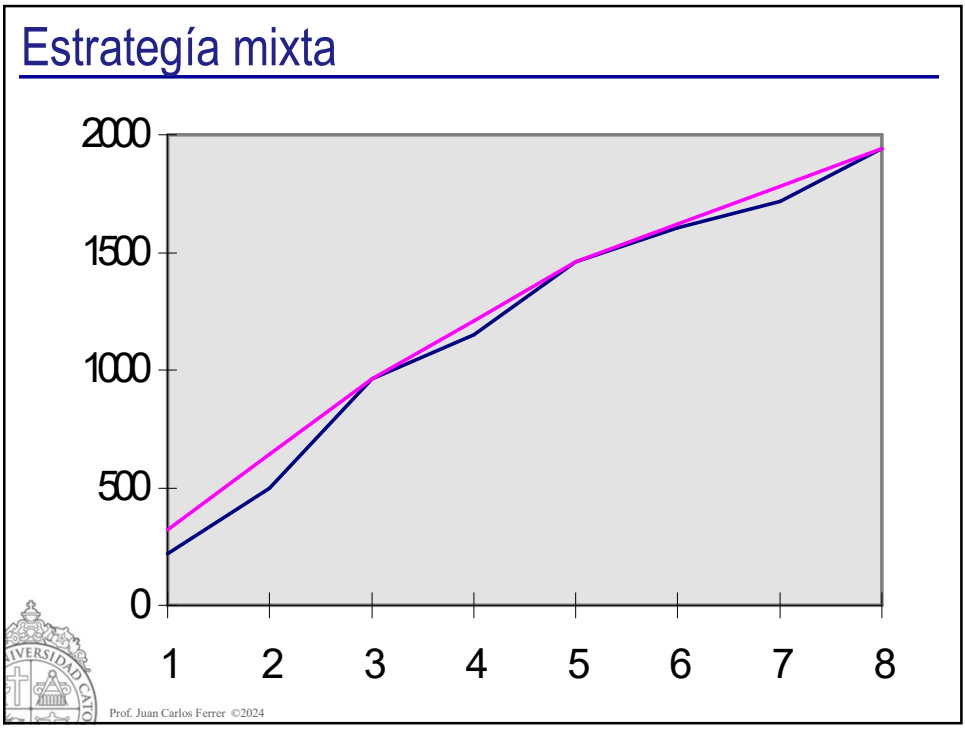
19

Producción y demanda acumulada



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

20



21

Modelos de Programación Matemática

Modelos de programación matemática son una herramienta esencial para la toma de decisiones respecto a la planificación agregada de la producción

Ejemplos:

- CTI
- Sodimac
- Tottus
- D&S-Walmart

Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

22

Modelo Básico de Planificación Agregada

- Para T periodos de tiempo, m productos y n centros de trabajo.
- Parámetros
 - d_{jt} demanda por producto j en período t
 - f_i costo de hora de sobretiempo en el centro i
 - h_j costo de inventario para el producto j
 - b_{it} horas totales disponibles a tiempo normal en el centro de trabajo i , periodo t .
 - a_{ij} tiempo requerido del centro i para fabricar el producto j
 - c_{jt} costo unitario de fabricar el producto j en el periodo t .



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

23

Modelo Básico de Planificación Agregada

- Variables
 - x_{jt} producción del producto j en t
 - I_{jt} inventario del producto j en t
 - y_{it} horas contratadas de sobretiempo en el centro i en el período t
- Modelo

$$\begin{aligned}
 \text{Min} \quad & \sum_{t=1}^T \left(\sum_{j=1}^m (c_{jt}x_{jt} + I_{jt}h_j) + \sum_{i=1}^n y_{it}f_i \right) \\
 \text{s. a} \quad & \sum_{j=1}^m a_{ij}x_{jt} \leq b_{it} + y_{it} \quad \forall i, t \\
 & I_{jt} = I_{j,t-1} + x_{jt} - d_{jt} \quad \forall j, t \\
 & x_{jt}, I_{jt}, y_{it} \geq 0 \quad \forall j, t, i
 \end{aligned}$$



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

24