



Ingeniería Industrial y de Sistemas
Pontificia Universidad Católica de Chile
ICS3213 Gestión de Operaciones
Miércoles 19 y Viernes 21 de Marzo del 2025

Ayudantía Procesos e Inventarios (EOQ)

Ayudantes: Clemente Ananías - clementeananias@uc.cl; Pedro Cox - pedro.cox@uc.cl

Problema 1

II-2024-1 P1

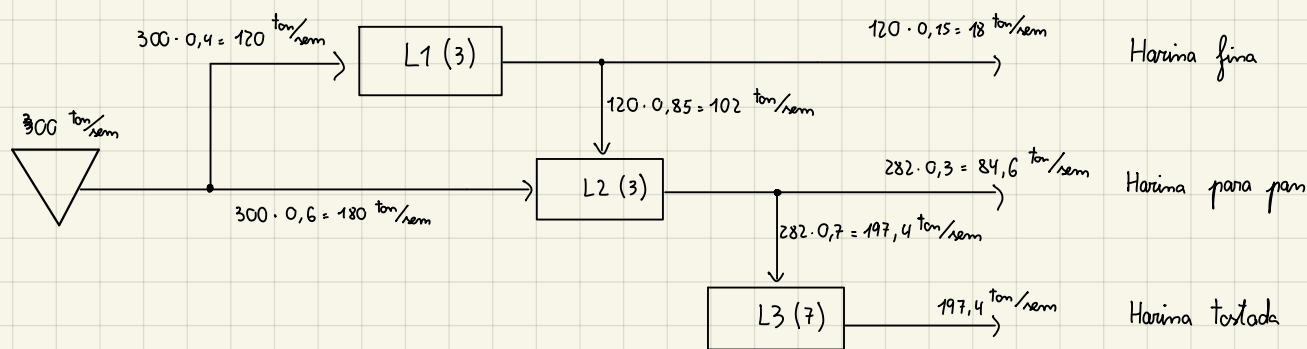
Una línea de producción de harina tiene tres pasos importantes por los que pasa la harina sin procesar: L1, L2 y L3. En L1 se cierne la harina sin procesar para dejar “harina fina”; en L2 se junta la harina fina con harina sin procesar para dejar “harina para pan”; y en L3 se toma harina para pan y pasa por un horno para tener “harina tostada”. Los siguientes puntos resumen los recursos y capacidad con las que cuenta cada paso:

- El lugar L1 tiene tres máquinas de cernir, cada una con una capacidad de procesar 50 ton/semana.
- El lugar L2 tiene tres mezcladoras, cada una con capacidad de procesar 70 ton/semana.
- El lugar L3 tiene siete hornos, cada uno puede recibir diariamente 23 toneladas de producto y el producto debe permanecer 8 días en su interior calentándose lentamente.

El generante de operaciones acaba de firmar un contrato con un molino, que le entregará 300 toneladas de harina sin procesar por semana, de los cuales un 40% pasará directo al paso L1 y un 60% pasa directo al paso L2. De lo que llega a L1, un 85% pasa a L2, y el otro 15% se vende como “harina fina”. De la harina total que llega a L2, un 70% pasa a L3, y el 30% restante se vende como harina para pan. Todo lo que llega a L3 se vende como “harina tostada”.

1. Haga un diagrama del proceso que sigue la harina en el sistema de producción, detallando lo que ocurre en cada parte.
2. Calcule la capacidad de producción de cada etapa y la utilización que tendría si es que deben procesar las 300 toneladas de harina sin procesar por semana. Ojo que si el gerente compró muy poca harina puede no tener utilizaciones del 100% en ninguna etapa, y si compró demasiada, puede tener más de 100% en alguna etapa.
3. Identifique el o los cuellos de botella en el proceso y explique por qué lo son.
4. Considerando que ninguna estación puede tener más de un 100% de utilización, y que la harina sin procesar que queda al final de una semana debe ser eliminada, ¿cuánta harina sin procesar a la semana va a perder la empresa?

- Haga un diagrama del proceso que sigue la harina en el sistema de producción, detallando lo que ocurre en cada parte.



- Calcule la capacidad de producción de cada etapa y la utilización que tendría si es que deben procesar las 300 toneladas de harina sin procesar por semana. Ojo que si el gerente compró muy poca harina puede no tener utilizaciones del 100% en ninguna etapa, y si compró demasiada, puede tener más de 100% en alguna etapa.

Capacidades de procesamiento :

- $C1 = 50 \cdot 3 = 150 \text{ ton/sem}$
- $C2 = 70 \cdot 3 = 210 \text{ ton/sem}$
- $C3 = \frac{23 \text{ ton}}{8 \text{ días}} \cdot \frac{7 \text{ días}}{1 \text{ sem}} \cdot 7 = 140 \text{ ton/sem}$

Utilización :

- $U1 = \frac{120 \text{ ton/sem}}{150 \text{ ton/sem}} = 80 \%$
- $U2 = \frac{180 + 102}{210} = 134 \%$
- $U3 = \frac{197,4}{140} = 141 \%$

- Identifique el o los cuellos de botella en el proceso y explique por qué lo son.

El cuello de botella está en L3 ya que es el paso que limita la capacidad completa del sistema (utilización más alta)

- Considerando que ninguna estación puede tener más de un 100% de utilización, y que la harina sin procesar que queda al final de una semana debe ser eliminada, ¿cuánta harina sin procesar a la semana va a perder la empresa?

Para que no hayan utilizaciones mayores a 100%, debe suceder que el paso L3 (cuello de botella) esté al 100%, es decir, procesando 140 ton/sem. Esto implica que, si consideramos que llegan "p" toneladas al sistema por semana, se debe cumplir que:

$$(p \cdot 0,6 + p \cdot 0,4 \cdot 0,85) \cdot 0,7 = 140 \text{ ton}$$

$$\Rightarrow p = 212,77 \text{ ton}$$

En este caso, se tendrían las siguientes utilizaciones:

$$\left. \begin{aligned} U1 &= \frac{p \cdot 0,4}{150} = 56,7 \% \\ U2 &= \frac{p \cdot (0,6 + 0,4 \cdot 0,85)}{210} = 95,24 \% \\ U3 &= \frac{p \cdot (0,6 + 0,4 \cdot 0,85) \cdot 0,7}{140} = 100 \% \end{aligned} \right\} \leq 100 \% \quad \checkmark$$

$$\therefore \# \text{ toneladas perdidas por semana sería: } 300 - p = 300 - 212,77 = 87,23 \text{ ton}$$

Problema 2

Guía 2025 P8

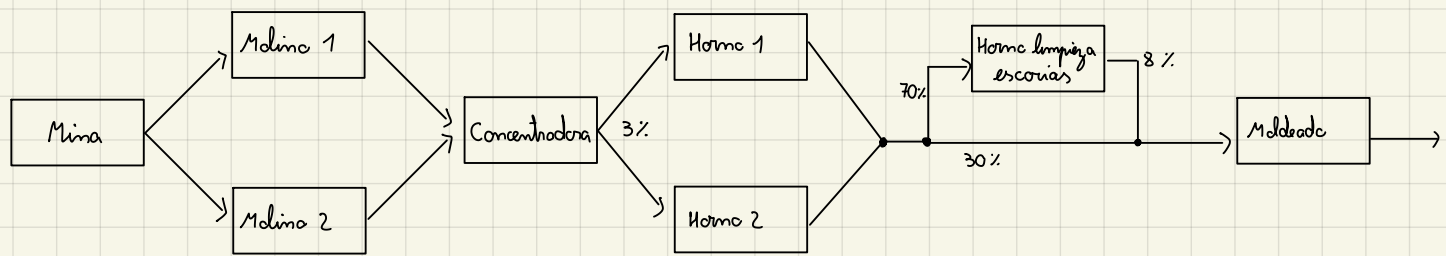
La producción de cobre consta de varios procesos desde que se extrae el mineral desde la mina hasta poder producir lingotes de cobre. En primer lugar, el mineral se debe llevar a un proceso de molienda con el fin de reducir su tamaño. Luego, este mineral se lleva a la concentradora donde se obtiene concentrado de cobre. Posteriormente, se lleva a fundición que consta en procesar el concentrado para obtener cobre blíster. Específicamente, el concentrado es llevado a hornos de fundición, donde se puede obtener escoria o cobre blíster. La escoria se lleva a un horno de limpieza de escoria, el cual también entrega cobre blíster, y luego este se lleva a un proceso de moldeado que finalmente entrega los lingotes. Suponga que en una mina se tienen 2 molinos para procesar el mineral y 2 hornos de fundición. Además, considere los siguientes datos:

Capacidad de procesamiento molino	2800 ton/h
Capacidad de procesamiento de la concentradora	5000 ton/h
Porcentaje de mineral que se transforma en concentrado	3%
Capacidad de hornos	$90 \text{ ton}_{\text{concentrado}}/\text{h}$
Porcentaje de concentrado transformado en blíster	30%
Porcentaje de concentrado transformado en escoria	70%
Capacidad horno de limpieza de escorias	100 ton/h
Porcentaje de escorias transformado en cobre blíster	8%
Capacidad área de moldeado	1400 ton/día

Considere que el mineral puede ser tratado en cualquiera de los 2 molinos, que el concentrado de mineral puede entrar en cualquiera de los 2 hornos de fundición, que toda escoria debe pasar por el horno de limpieza de escorias y que la escoria restante se desecha.

- Dibuje el diagrama de tratamiento de mineral.
- Determine el cuello de botella.
- ¿Cuál es la máxima cantidad de mineral que se puede extraer al día (24 hrs)?

a) Dibuje el diagrama de tratamiento de mineral.



b) Determine el cuello de botella.

Calculamos las capacidades de cada estación en función de las toneladas por hora que puede procesar de material inicial:

$$\bullet \text{ C. molinos} = 2800 \frac{\text{ton}}{\text{sem}} \cdot 2 = 5600 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$\bullet \text{ C. concentradora} = 5000 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$\bullet \text{ C. hornos} = \frac{90}{0,03} \cdot 2 = 6000 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$\bullet \text{ C. horno limpieza escorias} = \frac{100}{0,03 \cdot 0,7} = 4761,6 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$\bullet \text{ C. moldeado} = \frac{1400 \frac{\text{ton}}{\text{día}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}}}{0,03 \cdot 0,3 + 0,08 \cdot 0,7 \cdot 0,03} = 5461,92 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

Puesto que la menor capacidad en unidades de toneladas iniciales es la del horno limpieza escoria, este corresponde al cuello de botella del proceso

c) ¿Cuál es la máxima cantidad de mineral que se puede extraer al día (24 hrs)?

Se calcula a partir del cuello de botella. Como ya tenemos las capacidades en función del material inicial, basta con:

$$\text{toneladas máximas} = 4761,9 \frac{\text{ton}}{\text{h}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} = 114285,6 \frac{\text{ton}}{\text{día}}$$

Repaso:

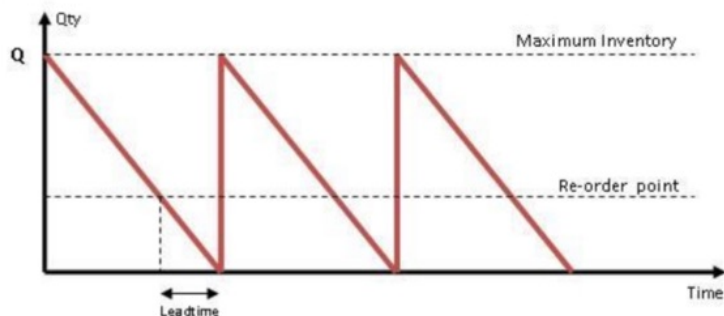
Un *sistema de inventario* es un conjunto de políticas y controles que determinan:

- ¿Qué pedir?
- ¿Cuánto pedir?
- ¿Cuándo pedir?

• Modelo EOQ:

• Se basa en 7 supuestos:

- La cantidad solicitada llega instantáneamente.
- Toda la demanda es satisfecha (No se permiten faltantes).
- El precio del producto es constante.
- Demanda constante, conocida y fija.
- El tiempo de entrega es constante y conocido.
- El costo de mantención de inventario se basa en el inventario promedio.
- El costo de emitir una orden es constante.



→ El modelo se basa en la siguiente relación:

Costo Anual Total	=	Costo anual de Compras	+	Costo anual de Pedidos	+	Costo anual de Almacenamiento
-------------------	---	------------------------	---	------------------------	---	-------------------------------

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

→ DC : costo del producto

$\frac{D}{Q}S$: Cant. de veces que pido · costo pedido

$\frac{Q}{2}H$: Inv. promedio · costo inventario

Para encontrar la cant. óptima a pedir, derivamos e igualamos a 0.

$$Q_{eoq} = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H}}$$

• Punto de reorden: $R = \bar{d}L$
↓
dda. diaria lead time

• Tiempo de ciclo: $\frac{Q_{opt}}{D}$

- CT : Costo Total Anual
- D : Demanda Anual
- C : Costo por Unidad
- Q : Cantidad para el pedido (Esta es la variable relevante)
- S : Costo de la orden (Costos de envío y recepción)
- R : Punto de reorden unidades (Es una variable a encontrar)
- L : Tiempo de Entrega (Es un Dato)
- H : Costo anual de almacenamiento por unidad de inventario promedio

Problema 3

Usted es el encargado de una panadería cuya demanda diaria de pan es de 500 kg. El ingrediente principal que necesita para hacer el pan es la harina. Esta viene en sacos de 250 kg y cada saco rinde para 325 kg de pan. El saco cuesta \$20.000, mantenerlo en inventario cuesta \$100 al día, y el costo fijo de despacho es de \$25.000. También hay dos empleados, un empleado se encarga de hacer los pedidos, este tiene un sueldo de \$300.000 al mes y el otro es el guardia de la bodega, este tiene un sueldo de \$215.000 mensuales.

- a) Calcule el lote óptimo Q_{opt} según EOQ
- b) Calcule el tiempo de ciclo

a) Calcule el lote óptimo Q_{opt} según EOQ

Sabemos que: $Q_{EOQ} = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}}$

Notemos que: $D = \frac{500 \frac{\text{bolsas}}{\text{año}}}{325 \frac{\text{bolsas}}{\text{saco}} \cdot \frac{\text{año}}{\text{día}}} = 1,538 \text{ sacos día}.$

$S = \$25\,000$

$H = \$100$

Todo en días
(= unidad)

Así: $Q_{EOQ} = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,538 \cdot 25\,000}{100}} = 27,73 \text{ sacos día}.$

b) Calcule el tiempo de ciclo

Tiempo de ciclo = $\frac{Q_{EOQ}}{D} = \frac{27,73}{1,538} = 18,03 \text{ días}$