



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

## Interrogación 2

ICS 3213 Gestión de Operaciones  
Sección 2 – 1<sup>er</sup> semestre 2014  
Prof. Alejandro Mac Cawley

### Instrucciones:

- Poner nombre y número a todas y cada una de las hojas del cuadernillo.
- No descorchetear el cuadernillo en ningún momento durante la prueba.
- La prueba consta de 4 partes. Debe contestar cada una de las preguntas en el espacio asignado.
- No se permiten resúmenes de clases, ni de casos, ni formularios.
- Se descontará 10 puntos por no cumplir alguna de estas instrucciones.
- La prueba tiene 120 + 6 puntos y dura 120 minutos.
- No se pueden utilizar laptops ni celulares.
- Se leerá la prueba al comienzo de clases y después se permitirán preguntas en voz alta. Posteriormente en la mitad de la prueba se volverá a permitir preguntas en voz alta. No se permitirán preguntas fuera de estos intervalos. Si su duda persiste indique el supuesto y continúe.

¡Muy Buena Suerte!

**PARTE I. (20 puntos) Sección verdadero o falso. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F). En caso de ser falsas, indique la razón.**

1. En una producción con altos costos de setup y bajos costos de inventario la estrategia más adecuada es una estrategia de tipo Chase.

Falso, Altos costos de setup y bajos de inventario llevan a una estrategia de producción para inventarios.

2. Las empresas deben implementar planificaciones de la producción robustas.

Verdadero

3. Al realizar la planificación de la producción de corto plazo debemos solo tomar en cuenta el programa agregado de la producción y los inventarios en mano.

Falso, se debe tomar en cuenta la evolución de la demanda.

4. El mecanismo de loteo de costo total mínimo y costo unitario mínimo siempre darán los mismos resultados.

Falso, debido a que el punto es discreto (no continuo) pueden tener resultados distintos. Por lo que se debe evaluar ambos y decidir el que tenga los menores costos totales.

5. Una actividad en un proyecto es caracterizada por: objetivo o alcance, fecha inicio, fecha término y los recursos que utiliza.

Falso, la actividad también es definida por su relaciones con las otras actividades del proyecto (ej precedencia)

6. La localización de procesos productivos responde a factores técnicos y competitivos.

Verdadero.

7. En el caso FoldRite Furniture Co. los mecanismos que tenían para ajustar la planificación de la producción eran: Tiempo extra, contratar y capacitar personal y rediseñar el proceso.

Falso, también se utiliza el mecanismo de externalizar o subcontratar la producción.

8. La construcción de un centro de distribución siempre permitirá reducir los costos de transporte.  
Falso, si no se dispone del volumen y número de proveedores/demanda los costos pueden aumentar.

9. La clave del éxito en la logística ha sido la estandarización de los procesos.  
Falso, la clave ha sido la estandarización de las unidades de manejo ej. Containers.

10. Para realizar cross-dock debo tener un buen espacio de almacenamiento.  
Falso, en el cross-dock no se realiza almacenamiento.

**PARTE II (15 puntos) Responda 1 de las siguientes 2 preguntas relacionada con el libro “La Meta”. Solo se corregirá una pregunta.**

- a) Alex Rogo observa que las órdenes de la planta se atrasan y no salen a tiempo. Esto se debe a que la cuadrilla de trabajo de Pete no alcanza a producir las piezas que después un robot procesa. Alex le apuesta a Bob \$10 que el pedido del día siguiente no saldría a la hora. Al día siguiente Bob le dice a Alex que perdió, ya que la cuadrilla alcanzo a producir todo lo necesario, y que le pague sus \$10. Ambos bajan al piso de la planta y revisan que efectivamente Pete cumplió con la producción, pero sin embargo el pedido igual no alcanza a salir completo a tiempo. ¿Por qué a pesar de que Pete cumplió con la producción el pedido salió tarde? Utilizando un ejemplo numérico explique la razón. ¿Qué puede hacer Bob y Pete para evitar que vuelva a ocurrir esto?

Respuesta:

El problema es la variabilidad en la productividad de la cuadrilla de Pete, ya que el robot no tiene variabilidad. Como ejemplo si Pete necesita producir 30 unidades en un periodo de 3 horas y el robot procesa a 10 unidades por hora. Si pete comienza con una producción de 5 unidades la primera hrs, el robot solo procesa las 5, si la siguiente hora Pete procesa 10 unidades el robot procesa 10, finalmente en la tercera hora pete procesa 15 unidades, en total ha producido las 30 del dia. Sin embargo el robot solo podrá procesar 10 en la última hora, debiendo esperar 1 hora más para procesar las restantes 5. En general cualquier ejercicio que muestre el efecto de la variabilidad es bueno.

La forma de evitar esto es dejar un inventario frente al cuello de botella (robot) para que siempre trabaje a su máxima capacidad.

- b) Jonah se reúne con Alex, Stacey y Bob y les pregunta: “¿Dónde se encuentra el Control de Calidad?”. ¿Cuál es la respuesta de Bob? ¿Por qué importa dónde se encuentre el Control de Calidad? ¿Dónde se debe colocar el Control de Calidad y por qué? Haga un pequeño ejemplo numérico que demuestre la importancia de la ubicación del Control de Calidad al interior de los procesos productivos.

Respuesta:

El control de calidad se encontraba después del cuello de botella. Importa, ya que si se procesaron unidades defectuosas en el cuello de botella, se perdió ese tiempo y por lo tanto la capacidad de generar unidades para la venta.

El control de calidad debe encontrarse antes del CB para evitar perder tiempo en este recurso que no puede recuperarse.

Ej. Si el CB tiene una capacidad de producir 10 unidades al día, si un 20% de los defectos se produce antes del CB. Tendremos 8 unidades para vender al final del día. Sin embargo si tenemos el CC antes del CB podremos tener la final del día 10 unidades para la venta, es decir 2 unidades más que en el caso anterior.

Cualquier ejercicio que demuestre que procesar unidades defectuosas en el CB es valido,

**PARTE III (15 puntos) Responda las siguientes dos preguntas de las lecturas.**

a) (7.5 ptos.) En la lectura, Isabel Royer señala tres medidas protectoras que se pueden introducir en un proyecto antes de ponerlo en marcha. Explique cuáles son estas medidas y cómo pueden ayudar a evitar que un mal proyecto se trasforme en un fracaso total. De un ejemplo, distinto a los de la lectura, de un mal proyecto que haya sido difícil de matar.

Respuesta:

**Cuidado con los equipos eufóricos:** A menudo los equipos de trabajo están conformados por personas que comparten el entusiasmo inicial del proyecto e ignoran las señales de alerta que pueden indicar síntomas de problemas. Es recomendable incorporar a algunos escépticos e ir renovando a los tomadores de decisiones para que estén atentos y puedan darle una mirada fresca al proyecto.

**Establecer un sistema de alerta temprana:** Se deben definir rigurosamente procedimientos y criterios de control para evaluar la viabilidad de un proyecto y asegurarse de que se cumplan y sean tomados en cuenta, sin importar el proyecto. Esto evita que se tomen malas decisiones.

**Reconocer el rol del “campeón de la retirada”:** Este individuo es la persona que busca evidencias objetivas de que el proyecto presenta fallas y que puede desafiar su viabilidad. Debe estar involucrado en el proyecto, tener credibilidad, valentía y estar dispuesto a poner en juego su reputación. Su rol debe ser reconocido en la organización para que pueda cumplir sus funciones.

b) (7.5 ptos.) En la lectura, Paul Clements y John McGregor mencionan que al adoptar la estrategia de software de ingeniería para líneas de productos (SPLE), surgen una serie de oportunidades. Mencione y explique tres de ellas. De un ejemplo de cómo alguna empresa ha aprovechado estas oportunidades.

**Asignar los mejores trabajadores a cada producto:** Identificar los mejores trabajadores en cada práctica y asignarlos a ellas les permite desarrollar habilidades específicas para mejorar los productos.

**Crear modelos innovadores de financiamiento:** Por la estructura que tiene la SPLE (abarca varias unidades de negocios), existe la oportunidad de desarrollar nuevos modelos.

**Convertir las capacidades de producción en una ventaja competitiva:** Basado en el modelo de las cinco fuerzas de Porter, adoptar SPLE permite obtener ventajas competitivas sobre el resto.

**Servir a los consumidores en forma más eficaz:** Cuando la organización es responsable de un portafolio de productos, se producen oportunidades para compartir información e identificar defectos, lo que ayuda a los consumidores.

**Penetrar en nuevos mercados rápidamente:** Tener una capacidad de producción establecida en un espacio para un producto permite ingresar rápidamente a nuevos mercados.

**Proporcionarle una visión unificada a la organización y sus productos:** SPLE le entrega a la organización un contexto en que todos se sienten trabajando en conjunto para alcanzar una misma meta.

PARTE IV 3 (70 Puntos): Ejercicios. Responda las siguientes 3 Preguntas

1.- (25 Puntos) Una empresa manufacturera debe contratar una dotación de trabajadores para realizar sus labores de producción. La empresa produce  $K$  tipos de productos distintos y la productividad de cada trabajador en unidades es  $p_k$ . La demanda para cada tipo de producto en cada período es  $d_{kt}$  y existe la posibilidad de mantener inventario de un período a otro. Cada tipo de producto ocupa un volumen  $u_k \text{ m}^3$  y la bodega de la empresa tiene una capacidad máxima de  $U_k \text{ m}^3$ . Las políticas de la empresa no permiten dejar demanda insatisfecha, no permiten sobretiempo ni subcontratación, pero permiten ajustar la fuerza laboral período a período, contratando o despidiendo trabajadores. El costo por período de un trabajador es  $c_t$ , el costo de contratación de un trabajador es  $C_t$ , el costo de despido es  $D_t$  y el costo de inventario es  $h_{kt}$  por unidad, la dotación inicial de trabajadores es  $N$  y el inventario inicial disponible para cada tipo de producto es  $I_0$ .

a) (8 puntos) Formule el problema de optimización que minimiza el costo total de la empresa, cumpliendo con la demanda en cada período. Defina claramente sus variables de decisión, restricciones y función objetivo.

Considere el caso particular en que la empresa produce sólo un tipo de producto que ocupa  $1 \text{ m}^3$ , tiene actualmente una fuerza laboral de 10 trabajadores (período 0) que pueden producir 500 productos por período en total y la capacidad máxima de la bodega es  $200 \text{ m}^3$ . El costo de mano de obra es de US\$2.400 por trabajador en cada período, el costo de contratar o despedir un empleado es de US\$5.000, el costo de inventario es de US\$100 por unidad/periodo y el inventario inicial es 60 unidades. Si el pronóstico de demanda para los siguientes 5 períodos es el siguiente:

Período	1	2	3	4	5
Demanda	630	520	410	270	410

b) (5 puntos) Calcule el costo de planificación de la producción para los 5 períodos.

Suponga que la empresa adopta una nueva política, que permite dejar demanda insatisfecha, pero no permite modificar la fuerza laboral. El costo por faltante es  $f_{kt}$  por unidad.

c) (4 puntos) ¿Cómo modificaría el modelo de la parte a) para incorporar esta nueva política? Indique sólo los cambios.

Considere el mismo caso de la parte b) pero con la nueva política de estabilidad laboral. Si el costo por faltante es US\$100 por unidad y se considera una fuerza laboral fija que puede ser de 9 o 10 trabajadores.

d) (5 puntos) Determine la dotación de empleados que minimizan el costo de planificación de la producción en los 5 períodos con esta nueva política. No considere costos de contratación ni despido.

e) (3 puntos) Compare las dos políticas. ¿Cuál preferiría? Justifique claramente su respuesta.

Solución

a)

Variables de Decisión

$X_t$  = cantidad de trabajadores a contratar en el período  $t$

$Y_t$  = cantidad de trabajadores a despedir en el período  $t$

$Z_t$  = cantidad de trabajadores el período  $t$

$I_{kt}$  = unidades de inventario del producto  $k$  en el período  $t$

$S_{kt}$  = unidades producidas del producto  $k$  en el período  $t$

La última es una variable auxiliar que puede ser omitida.

Función Objetivo

$$\sum_{t=1}^T c_t Z_t + \sum_{t=1}^T C_t X_t + \sum_{t=1}^T D_t Y_t + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K h_{kt} I_{kt}$$

Restricciones

1.
- Balance de trabajadores

$$Z_t = Z_{t-1} + X_t - Y_t \quad \forall t$$

2.
- Balance de Inventario

$$I_{kt} = I_{kt-1} + S_{kt} - d_{kt} \quad \forall k, \forall t$$

3.
- Producción

$$S_{kt} = p_k Z_t \quad \forall k, \forall t$$

4.
- Capacidad máxima de almacenamiento

$$u_k I_{kt} \leq U_k \quad \forall k, \forall t$$

5.
- Condiciones iniciales

$$I_{k0} = I_0 \quad \forall k \qquad Z_0 = N$$

6.
- Naturaleza de variables

$$X_t, Y_t, Z_t, I_{kt}, S_{kt} \geq 0 \quad \forall k, \forall t$$

b)

	0	1	2	3	4	5	Total
Demanda		630	520	410	270	410	2240
Producción		600	500	400	300	400	2200
Trabajadores	10	12	10	8	6	8	
Inventario	60	30	10	0	30	20	
Contratos		2	-2	-2	-2	2	
Costos Sueldos		\$ 28.800	\$ 24.000	\$ 19.200	\$ 14.400	\$ 19.200	\$ 105.600
Costos Inv		\$ 3.000	\$ 1.000	\$ -	\$ 3.000	\$ 2.000	\$ 9.000
Costos C&D		\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 50.000
						Total	\$ 164.600

c)

Variables de Decisión

Se eliminan las variables  $X_t, Y_t, Z_t$

$I_{kt}^+$  = inventario físico del producto  $k$  en el período  $t$

$I_{kt}^-$  = unidades faltantes del producto  $k$  en el período  $t$

Nueva Función Objetivo

$$\sum_{t=1}^T c_t Z_t + \sum_{t=1}^T C_t X_t + \sum_{t=1}^T D_t Y_t + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K h_{kt} I_{kt}^+ + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K f_{kt} I_{kt}^-$$

Restricciones

Se eliminan las restricciones 1 y 3 (el número de trabajadores ahora es fijo).

$$I_{kt} = I_{kt}^+ - I_{kt}^- \quad \forall k, \forall t$$
$$I_{kt}^+, I_{kt}^- \geq 0 \quad \forall k, \forall t$$

d)

	0	1	2	3	4	5	Total
<b>Demanda</b>		630	520	410	270	410	2240
<b>Producción</b>		500	500	500	500	500	2500
<b>Trabajadores</b>	10	10	10	10	10	10	
<b>Inv/Faltante</b>	60	-70	-90	0	230	320	
<b>Costos Sueldos</b>		\$ 24.000	\$ 24.000	\$ 24.000	\$ 24.000	\$ 24.000	\$ 120.000
<b>Costos Inv/Falt</b>		\$ 7.000	\$ 9.000	\$ -	\$ 23.000	\$ 32.000	\$ 71.000
						<b>Total</b>	<b>\$ 191.000</b>

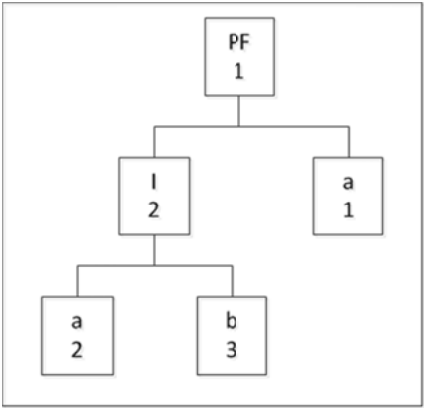
	0	1	2	3	4	5	Total
<b>Demanda</b>		630	520	410	270	410	2240
<b>Producción</b>		450	450	450	450	450	2250
<b>Trabajadores</b>	10	9	9	9	9	9	
<b>Inv/Faltante</b>	60	-120	-190	-150	30	70	
<b>Costos Sueldos</b>		\$ 21.600	\$ 21.600	\$ 21.600	\$ 21.600	\$ 21.600	\$ 108.000
<b>Costos Inv/Falt</b>		\$ 12.000	\$ 19.000	\$ 15.000	\$ 3.000	\$ 7.000	\$ 56.000
						<b>Total</b>	<b>\$ 164.000</b>

Se escoge una dotación inicial de 9 trabajadores.

e) La primera estrategia tiene un mayor costo, requiere más personal pero mantiene menores inventarios y cumple la demanda de todos los períodos. La segunda estrategia tiene un menor costo, requiere menor personal pero mantiene mayores inventarios y tiene períodos de demanda insatisfecha. Si las condiciones lo permiten, escogería la segunda estrategia.

2. (20 Puntos) Usted produce un bien según la siguiente lista de materiales (BOM). Los números indican las cantidades necesaria de cada sub ensamble para producir una unidad:





Su línea productiva no tiene limitaciones de capacidad para cada componente, además Ud. demora una cantidad de semanas en elaborar cada componente o en importar cada insumo necesario. Esta información además del inventario con el que cuenta se detalla en la tabla siguiente:

	Tiempo de entrega L (semanas)	Inventario (OH)
Producto PF	1	20
Producto I	2	10
Insumo a	2	30
Insumo b	4	20

Si la demanda pronosticada se detalla a continuación:

Semana	7	9	10	12
Demanda PF (Unidades)	15	25	20	30

- a) (10 pts) Con la información entregada. ¿Puede suplir la demanda pronosticada? Justifique su respuesta e indique las tablas de MRP con las órdenes de producción y adquisición.
- b) (10 pts) Si sólo la producción de PF tiene costo de setup (El resto no tiene) y cada vez que se entra en producción se incurre en un costo fijo de \$50 y el costo anual de inventario es de \$2 por unidad de PF. ¿Cómo varía su respuesta obtenida en a)? Señale las tablas de MRP.
- c) (PREGUNTA BONO. Debe estar completamente buena. 6 puntos) Suponga que la producción de PF e I tienen costos de setup y los insumos a y b tienen costos fijos por hacer el pedido. Construya un modelo de optimización que permita obtener el programa óptimo de producción.

Respuesta Pregunta 2:

Pregunta a)

Parte	PF															
	Semana															
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GR							15		25	20		30				
OH						20	5	5	50	30	30	0				
POR								20	20		30					

Parte																
	Semana															
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GR								40	40		60					
OH							10	0								
POR						30	40		60							

Parte	b															
	Semana															
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GR						90	120		180							
OH					20	0	0									
POR		70	120		180											

Parte	a															
	Semana															
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GR						60	80	20	140		30					
OH					30	0	0	0								
POR				30	80	20	140		30							

Resumen																
	Semana															
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PF								20	20		30					
I						30	40		60							
b		70	120		180											
a				30	80	20	140		30							

Parte b)

Se hace el cálculo del costo mínimo. Pueden utilizar cualquiera de los 3 (EOQ, Costo medio, costo marginal). Si utiliza el modelo de costo medio min seria el siguiente:

Prod Lot 4 Lot. Costo Setup = 50\*4 = 200  
Prod 2 Periodos: Costo Setup = 50\*2= 100 Inventario = 20\*(2/52) \*2+ 30 \*(2/52)\*2 =3.85 CT= 1043.85

Prod Todos Periodos: Costo Setup = 50 Inventario = 20\*2\*(2/52) + 20\*3 \*(2/52)+ 30\*5\*(2/52)=9.6 CT =109.6

Los mejor es producir todo una vez.

Parte	PF															
	Semana															
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GR							15		25	20		30				
OH						20	5	5	50	30	30	0				
POR								70								

Parte	I															
	Semana															
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GR								140								
OH							10	0								
POR						130										

Parte	b															
	Semana															
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GR						390										
OH					20	0	0									
POR		370														

Parte	a															
	Semana															
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GR						260		70								
OH					30	0	0	0								
POR				230		70										

Resumen																
	Semana															
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PF								70								
I						130										
b		370														
a				230		70										

3.- (25 Puntos) Luego del exitoso desempeño de su primera cafetería, usted decide instalar una nueva sucursal. Para ello usted considera los costos fijos (mensual) y variables (dependiente del volumen de ventas).

Lugar	Costo Fijo [\$]	Costo Variable [\$/unidad]
1	500.000	300
2	750.000	160
3	1.000.000	70

- a) (3 ptos) Grafique las curvas de costos totales para las tres alternativas.
- b) (5 ptos) ¿Bajo qué rango de volumen de ventas se hace preferido cada lugar? Si el volumen de ventas es de 2.000, ¿cuál sería la localización óptima de la nueva sucursal?

Una vez que se ha definido la localización del nuevo local, se comienza a planificar la apertura del mismo. El proyecto consta de 7 actividades con los tiempos mostrados en la tabla y con las siguientes relaciones de precedencia, tiempos y costos.

Actividad	Predecesor	Tiempo Normal [semanas]	Costo Normal [\$]
A	-	2	\$50.000
B	-	3	\$200.000
C	-	2	\$30.000
D	A	9	\$1.000.000
E	A,B	5	\$500.000
F	A,B,C	10	\$1.300.000
G	D,E,F	6	\$700.000

- c) (3 ptos) Desarrollar el diagrama CPM del Proyecto.
- d) (6 ptos) Identificar la ruta crítica, duración y costo del proyecto, indicando los valores de ES, EF, LS, LF, y las holguras para cada actividad.

Usted desea tener en funcionamiento la cafetería para las vacaciones, período en el cual se espera una mayor afluencia de clientes. Afortunadamente existe la posibilidad de acortar los tiempos del proyecto, no obstante esto significa un aumento en los costos de las actividades de acuerdo a dos posibles contratos.

- Contrato 1: Cada semana en que se reduce una actividad involucra un costo incremental de \$25.000. Las actividades pueden llegar solo un mínimo de duración de 1 semana.
- Contrato 2: Un contratista le ofrece hacerse cargo del proyecto, con un costo fijo adicional de \$310.000 (independiente de las actividades) y le ofrece terminar en 9 semanas.

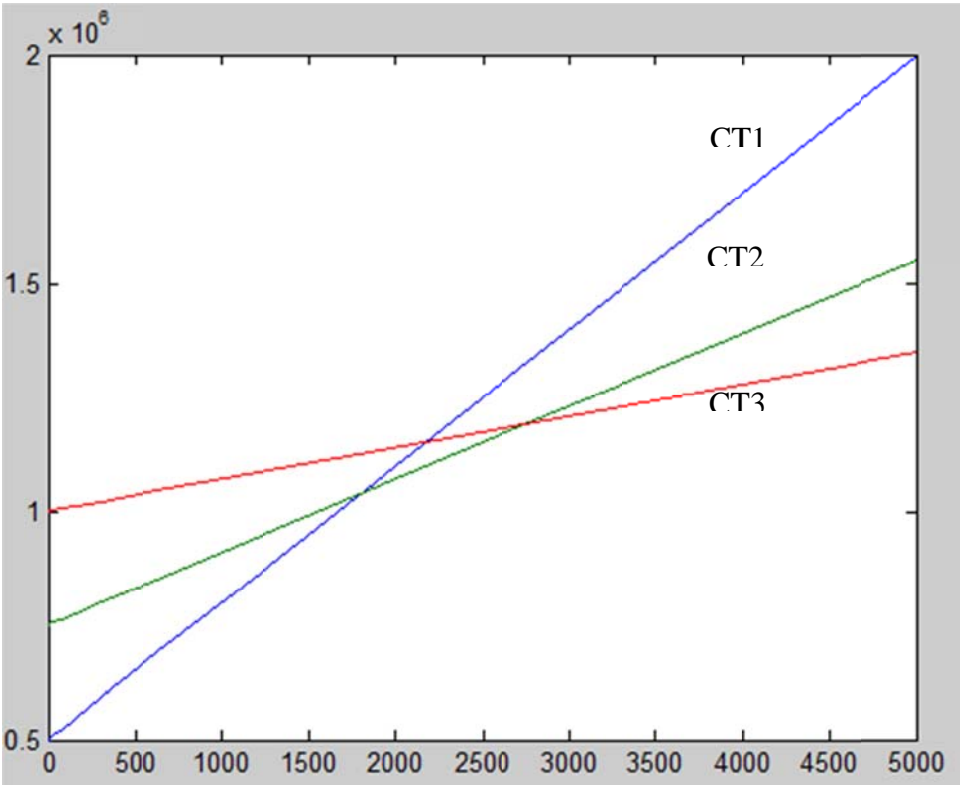
Bajo cualquiera de ambos contratos los costos considerados se suman al Costo normal del proyecto.

- e) (8 ptos) Si se desea terminar el proyecto en 9 semanas, ¿qué contrato resulta más conveniente, y qué costo involucra?

Pauta Ejercicio Localización-Proyectos

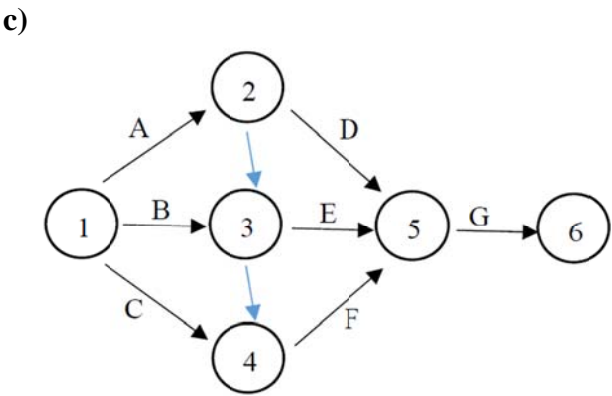
- a) Los costos totales para cada ubicación son:

$$CT_1 = 500.000 + 300 \times$$
$$CT_2 = 750.000 + 160 \times$$
$$CT_3 = 1.000.000 + 70 \times$$



- b)
- Conviene Lugar 1: entre 0 y 1800
  - Conviene Lugar 2: entre 1.800 y 2.750
  - Conviene Lugar 3: más de 2.750

Por lo tanto para un volumen de 2.000 unidades conviene el Lugar 2.



d)

Actividad	Predecesor	Tiempo Normal [semanas]	ES	EF	LS	LF	H
A	-	2	0	2	1	3	1
B	-	3	0	3	0	3	0
C	-	2	0	2	1	3	1
D	A	9	2	11	4	13	2
E	A,B	5	3	8	8	13	5
F	A,B,C	10	3	13	3	13	0
G	D,E,F	5	13	18	13	18	0

- Ruta crítica: B-F-G
- Duración Proyecto: 18 semanas
- Costo Proyecto: \$3.780.000

e) Se desea una duración del proyecto de 9 semanas. Para ello se evalúan ambas alternativas de contratos.

Contrato 1:

- Se intenta acortar principalmente a las actividades de la ruta crítica que determinan la duración del proyecto.
- Para que el proyecto termine en 9 semanas, G debe terminar en 9, por lo que podemos acortar la actividad G en 4 semanas, con un costo de \$100.000.
- Luego, se acorta la actividad B en una semana, con un costo de \$25.000. Con ello el proyecto tendría una duración de 11 semanas.
- Finalmente, D y F deben acortarse tal que se terminen antes de las 8 semanas (comienzo de G). Implica acortar en 3 y 4 semanas a D y F respectivamente. Esto significa un costo de \$175.000
- Costo total contrato 1 = \$300.000

Actividad	Predecesor	Tiempo [semanas]	ES	EF	LS	LF	H
A	-	2	0	2	0	2	0
B	-	2	0	2	0	2	0
C	-	2	0	2	0	2	0
D	A	6	2	8	2	8	0
E	A,B	5	2	7	3	8	1
F	A,B,C	6	2	8	2	8	0
G	D,E,F	1	8	9	8	9	0

Se aprecia que ahora todas las actividades a excepción de E son críticas (no poseen holgura).

Contrato 2: tiene un costo fijo de \$310.000

Por lo tanto resulta más conveniente utilizar el contrato 1.

$$Q_{EOQ} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$EF = ES + t$$
$$LS = LF - t$$

$$\mu = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

$$Z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_i^2}}$$

$$C_x = \frac{\sum d_{ix} V_i}{\sum V_i}$$

$$C_y = \frac{\sum d_{iy} V_i}{\sum V_i}$$