

Nombre: \_\_\_\_\_ Número Lista de Alumno: \_\_\_\_\_



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

## Interrogación 2

ICS 3213 Gestión de Operaciones  
Sección 1 y Sección 2 – 1<sup>er</sup> semestre 2015  
Prof. Alejandro Mac Cawley  
Prof. Fernando Tagle

### **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 secciones. 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 110 + 10 puntos y dura 110 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. Una de las preguntas que debe responder la planificación es “¿cómo?”, la cual está referida a capacidad que deberá tener el sistema.

Falso. La pregunta ¿cómo? debe responder a las tecnologías que se utilizarán. La capacidad responde a la pregunta ¿cuánto?.

2. El dato principal de la planificación agregada bajo familias de productos es el pronóstico.

Verdadero

3. Hoy en día no se utiliza mucho la estrategia de planificación agregada debido a que como se hacen muchas aproximaciones los resultados se alejan de la realidad.

Falso, Falso. Hoy en día muchas empresas en el mundo apoyan sus decisiones de planificación productiva mediante modelos de planificación agregada.

4. Si los costos de contratación y despido de personal son altos es mejor utilizar una estrategia “Just in time”.

Falso. Cuando los costos de contratación y despido son altos es mejor utilizar la estrategia “Made to stock”.

5. En la estrategia de MRP los datos necesarios para planificar son los materiales necesarios y el tiempo de entrega de casa pieza o sub-ensamblaje.

Falso. Requerimos también conocer el inventario existente para saber cuánto es lo extra que debemos pedir.

6. La técnica conocida como Lote por Lote (L4L) supone que el costo de emitir una orden es cero y que la capacidad del sistema es limitada.

Falso. Supone que la capacidad del sistema es ilimitada.

7. El tercer paso del ciclo de vida de un proyecto es su planificación, donde se determina quién debe hacer qué y qué se necesita para hacerlo.

Falso. También se debe determinar cuánto tiempo debiese tomar.

8. Una carta Gantt es una representación gráfica de las actividades a realizar, donde el eje y indica las tareas que se deben hacer y el eje x las fechas en las cuales inicia y termina cada tarea.

Verdadero

9. En la programación de ruta crítica, los factores limitantes del un proyecto son el tiempo, los costos, los recursos y la mano de obra disponible.

Falso. La mano de obra disponible no se incluye en estos factores limitantes.

10. El primer paso a seguir en el método PERT es descubrir las relaciones que existen entre las distintas actividades a realizar.

Falso. El primer paso es definir el proyecto y todas las actividades involucradas claramente diferenciables. Descubrir las relaciones existentes es el segundo paso.

11. Ruta crítica es aquella ruta que forma la cadena más larga en relación al número de actividades incluidas.

Falso. Es la cadena más larga en relación a la cantidad de tiempo que les toma ser realizadas.

12. La principal diferencia entre los modelos de localización de centro de gravedad versus el de punto de equilibrio es que el primero supone que los costos de transporte son iguales para cada opción, mientras que el segundo modelo requiere los costos específicos de transporte para cada alternativa.

Verdadero

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

a) Alex había hecho una apuesta con Bob, la cual ganó. A partir de esto, Alex entiende que la capacidad de producción de un recurso se debe medir relacionándola con los otros recursos y con el lugar que ocupa en el proceso productivo. Después de esto Alex llama a Jonah, quien le comenta que debe distinguir en la fábrica dos tipos de recursos, ¿cuáles son estos y qué los caracteriza? Luego de esto Stacey pregunta por la relación entre capacidad y demanda, ¿cuál es el concepto erróneo que ellos tenían y cuál es la corrección que hace Jonah?. Luego, Jonah le indica a Alex que debe terminar si existen cuellos de botella en la fábrica, ¿qué comienza a hacer el equipo para encontrar cuellos de botella? ¿Esto les da buenos resultados? ¿Qué es lo que hacen después para lograr su objetivo? ¿Cuáles son los cuellos de botella que descubren?.

Los dos tipos de recursos son:  
    Cuello de botella: recurso cuya capacidad es igual o inferior a la demanda. (2 puntos)  
    No cuello de botella: recurso cuya capacidad es superior a la demanda. (2 puntos)

Ellos creían que se debía equilibrar capacidad y demanda de mercado. Jonah los corrige y les enseña que lo correcto es equilibrar flujo de materiales de la fábrica con la demanda de mercado. (2 puntos)

El equipo comienza a buscar datos en listados del ordenador tratando de calcular la demanda de cada recurso y el tiempo que requiere cada recurso para satisfacer esa demanda. (2 puntos)  
No obtienen buenos resultados porque se dan cuenta que los datos están obsoletos, son poco fiables, ya que las rutas no tienen al día los tiempos de procesos o incluyen máquinas que ya no existen. (2 puntos)  
Para lograr su objetivo hacen una lista de las secciones que tienen problemas con la capacidad y deciden hablar con los supervisores, ya que ellos podrán informar cuáles son las piezas que faltan y dónde se encuentran estancadas. (3 puntos)

Los cuellos de botella que descubren son la NCX-10 y la sección de tratamiento térmico. (2 puntos)

b) Jonah a pedido de Alex va a la fábrica. Jonah menciona que los cuellos de botella son los que están impidiendo la generación de mayores beneficios y que la única solución es aumentar la capacidad de los cuellos de botella. ¿Cuáles eran los cuellos de botella descubiertos por el equipo? ¿Cuáles son los problemas que descubren en cada cuello de botella? ¿Cómo aumentan la capacidad de cada cuello de botella?

Los cuellos de botella que descubren son la NCX-10 y la sección de tratamiento térmico. (2 puntos)

Jonah y Alex van a observar la NCX-10 y se dan cuenta que no está funcionando porque el personal encargado de prepararla está en su media hora de descanso. Existe una cláusula del convenio que obligar a respetar esa hora de descanso. Además está el problema que a veces no tiene el suficiente material para trabajar (3 puntos)

El problema en la sección de tratamiento térmico es que existen momentos en que las piezas del horno están listas y no hay ninguna persona para retirarlas, estaban escasos de mano de obra y las piezas muchas veces pasaban más tiempo en el horno del que realmente requerían. (3 puntos)

Para la NCX-10 aumentan su capacidad trayendo una máquina antigua que antes habían desechado, la Zmemga, máquina que en conjunto con otras dos máquinas pueden realizar el mismo trabajo que la NCX-10, y aún cuando la capacidad es menor permite aumentar la capacidad total de este cuello de botella. (3 puntos)

Para el caso de la sección de tratamiento en el tercer turno del día los trabajadores no esperan a que se desocupe la máquina, sino que durante ese tiempo aprovechan de ordenar las piezas frente a los hornos. Buscan en la lista de prioridades pedidos que deban ser sometidos a la misma temperatura y los unen para completar la carga del horno. (4 puntos)

**PARTE III (20 puntos) Responda las siguientes preguntas respecto a las lecturas.**

**1. *Por qué es tan difícil matar un mal proyecto* de Isabelle Royer**

- a) (3 puntos) En el texto se habla de dos campeones, descríbalos e indique la importancia de cada uno para las compañías.

Campeón de proyecto: Es con quien comienza la creencia en el proyecto y está convencido del éxito de este. Es capaz de contagiar su convicción y sacar adelante el proyecto en sus diferentes etapas. Es importante para la compañía ya que es quien genera proyectos y lidera el desarrollo de éste.

Campeón de retirada: Es quien asume el rol de ver objetivamente el proyecto y poner en duda los procedimientos de este, busca evidencia de fallas en el proyecto y está continuamente desafiando y confirmando la factibilidad de éste. Es importante para evaluar oportunamente el proyecto y eventualmente detenerlo antes de un fracaso que puede costar muy caro a la compañía.

- b) (3 puntos) En el texto se habla de la creencia colectiva, explique en qué consiste y cómo, en los dos casos expuestos, se logra finalmente matar los malos proyectos.

La creencia colectiva se genera cuando la fé en un proyecto esta tan contagiada dentro de un área de la compañía, o dentro de toda la compañía, que no solo el grupo a cargo del proyecto está convencido de su éxito, sino que también lo están los demás miembros de la empresa. Esto genera una pérdida de objetividad frente a los resultados y crea un sentimiento de unanimidad que mantiene esta convicción incluso cuando alguien se opone al proyecto o existe evidencia que revela el fracaso del proyecto.

En Essilor y Lafarge lo que finalmente logró matar los malos proyectos fueron cambios de personas en los grupos involucrados en el proyecto debido a factores externos. En un caso se incorporaron gerentes nuevos debido a jubilaciones y reestructuraciones, y en el otro el gerente anterior abandonó la compañía por problemas de salud. Estos nuevos gerentes aportaron nueva objetividad al proyecto y ordenaron estudiar la rentabilidad de estos. Se dieron cuenta que no había futuro en ellos y los detuvieron permanentemente.

**2. *Making Supply Meet Demand in an Uncertain World* de Marshall L. Fisher, Janice H. Hammond, Walter R. Obermeyer y Ananth Raman.**

- a) (3 puntos) En la lectura se plantea el sistema *Accurate Response*, ¿Qué elementos diferencian este sistema de los otros sistemas de pronósticos y planificación usados por la mayoría de las empresas?

Existen principalmente dos factores que diferencian estos sistemas:

Por un lado éste sistema mide el costo por unidad en casos de desabastecimientos y rebajas, y lo considera en el proceso de planificación.

Por otro lado, el sistema separa los productos cuya demanda es difícil de predecir y los que tienen demanda predecible. Los trata de maneras distintas para rediseñar las planificaciones y procesos de tal manera que se debe primero producir aquellos cuya demanda es predecible y así liberar capacidad productiva para posponer la producción de aquellos productos cuya demanda presenta mayor incertidumbre.

- b) (3 puntos) Los autores plantean que las compañías en general no se esfuerzan demasiado en incorporar la variabilidad de la demanda en sus planificaciones y asumen que los pronósticos serán la demanda real. ¿Por qué dos razones hacen esto?

1.- Es difícil incorporar los diferentes escenarios en la planificación, y la mayoría de las compañías no sabe hacerlo.

2.- El aumento en la variabilidad de la demanda es un tema reciente, la mayoría de las compañías todavía no se adapta a este comportamiento.

3. *MRP, JIT, OPT, FMS?* de Sumer C. Aggarwal

(8 puntos) Complete la siguiente tabla respecto a lo que se menciona en la lectura sobre los distintos sistemas de planificación y control de la producción.

	Materials Requirements Planning (MRP)	Just-in-time (JIT)	Optimized Production Technology (OPT)	Flexible Manufacturing Systems (FMS)
Descripción	Busca la disponibilidad de compras y componentes justo antes de que sean necesarias para la siguiente etapa de producción o despacho. Es flexible frente a cambios en la planificación	Busca mejorar continuamente los procesos y productos. Intenta reducir al mínimo el trabajo en proceso (o stock ente procesos), para ello produce solo cuando se necesita. Todos los empleados pueden detener la producción si detectan un problema.	Calcula la planificación y secuencia de operaciones óptimas para la compañía. Pondera las distintas operaciones usando prioridades que dependen de cada compañía.	Sistema automático que incorpora la planificación y el control de la maquinaria productiva. Permite modificar objetivos del sistema (ej: maximizar producción, minimizar costos por unidad, maximizar ganancias) según cómo se desea producir en ese momento.
Flujo de información	Todos manejan la información y deben actualizar permanentemente el estado de los productos.	Cada etapa de la producción solo se comunica con la que le antecede y la que le sigue mediante tarjetas.	La información la maneja el software según niveles de inventario, estructura de productos, tiempos de setup, tiempos de operación, etc.	La información la maneja el sistema.
Desventajas	Requiere alto grado de exactitud en la predicción de demanda.	Requiere demanda constante. Poca flexibilidad frente a cambios en la planificación	Requiere información detallada y precisa sobre el funcionamiento de las operaciones. No considera los costos.	Se enfoca en un solo objetivo a la vez.

PARTE IV (55 Puntos): Ejercicios. Responda las siguientes 2 Preguntas

Pauta Pregunta IV Parte 1

a)

Parámetros

Sea  $P = 3$  la cantidad de fábricas que se deben instalar.

Sea  $R$  el conjunto de todas las 12 regiones candidatas para ubicar una fábrica.

Sea  $N_p$  el conjunto de regiones posibles de la fábrica  $p$  –ésima. Es decir  $N_1 = \{a1, \dots, a4\}$   $N_2 = \{b1, \dots, b2\}$  y así sucesivamente.

Sea  $M$  el conjunto de CD  $= \{CD_1, CD_2\}$

Variables

$Z_{pi} = 1$  si la fábrica  $p$  –ésima se ubica en la región  $i$ , 0 si no.  $\forall p = \{1, \dots, P\}$  ;  $i \in N_p$ .

$X_{ij}$  = Kilos de azúcar enviados desde una ubicación posible  $i$  a un CD  $j$ .  $i \in R$  ;  $j \in M$

$Y_j$  = Demanda insatisfecha en el CD  $j$ .  $j \in M$

Restricciones

Localizar todas las  $P$  (3) fábricas, para cada subgrupo de posibles localizaciones debe sumar 1 (0 significa que una zona del subgrupo no fue usada, mayor a uno que 2 o más ubicaciones de un subgrupo fueron usadas por distintas fábricas)

$$\sum_{i \in N_p} Z_{pi} = 1 \quad ; \quad \forall p = \{1, \dots, P\}$$

Solo se pueden enviar motos de una planta si esta se instala. Lo que se puede enviar no puede superar la capacidad

$$\sum_{j \in M} X_{ij} \leq Z_{pi} \cdot k_i \quad ; \quad \forall p = \{1, \dots, P\}, \forall i \in N_p$$

Satisfacción o no de demanda

$$\sum_{i \in R} X_{ij} + Y_j = d_j \quad ; \quad \forall j \in M$$

Naturaleza de las variables

$$Z_{pi} \in \{0,1\} \quad ; \quad \forall p = \{1, \dots, P\} \quad ; \quad i \in N_p$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad ; \quad i \in R \quad ; \quad j \in M$$

$$Y_j \geq 0 \quad ; \quad j \in M$$

Función objetivo

Minimizar los costos totales:

$$\sum_p \sum_{i \in N_p} Z_{pi} f_i + \sum_{i \in R} \sum_{j \in M} X_{ij} c_{ij} + \sum_{j \in M} Y_j m_j$$

Correspondientes a costos fijos de instalación, costos de transporte y costos de multa por demanda insatisfecha.

b)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A					5		1	7		
B			5		2	14				
M				7		3	21			
R		8		8	56					
C			9	112	3	21				

c)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A					5		3	5		
B		1	5	5	5	5				
M				7	4	10	10			
R		12	20	20	20					
C		34	47	44	10	10				

d)

Horizonte de Tiempo Completo:

Dda	Orden	Inventario	Costo inv	Costo compra	
100	1600	1500	1500	600	
200	0	1300	1300	0	
350	0	950	950	0	
500	0	450	450	0	
450	0	0	0	0	
			4200	600	4800

L4L

Dda	Orden	Inventario	Costo inv	Costo compra	
100	100	0	0	600	
200	200	0	0	600	
350	350	0	0	600	
500	500	0	0	600	
450	450	0	0	600	
			0	3000	3000

EOQ

$$Q_{EOQ} = \sqrt{\frac{2DK}{H}} = \sqrt{\frac{2 * 320 * 600}{1}} = 619.67 = 620$$

Dda	Orden	Inventario	Costo inv	Costo compra	
100	620	520	520	600	
200		320	320	0	
350	620	590	590	600	
500		90	90		
450	620	260	260	600	
			1780	1800	3580

Costo Minimo (WW)

Dda	Orden	Inventario	Costo inv	Costo compra	
100	300	200	200	600	
200	0	0	0	0	
350	850	850	850	600	
500	0	0	0	0	
450	450	0	0	600	
			1050	1800	2850

Por lo tanto, se elige el algoritmo costo mínimo, donde para cada período se analiza el costo y cuando se supera, se queda el anterior (asumiendo que la función de costos es convexa).



Pauta Pregunta IV Parte 2

a) ¿Cuál es el camino crítico? ¿Cuál es el valor esperado (E(T)) de la duración del proyecto? ¿Cuál es la varianza (Var(T)) de la duración del proyecto?

Actividad	Duración Optimista (a)	Duración probable (m)	Duración pesimista (b)	$\mu$	$\sigma$	$\sigma^2$
A	2	4	6	4.00	0.67	0.44
B	1	3	5	3.00	0.67	0.44
C	1	1	2	1.17	0.17	0.03
D	4	5	6	5.00	0.33	0.11
E	5	8	10	7.83	0.83	0.69
F	1	2	4	2.17	0.50	0.25
G	6	8	10	8.00	0.67	0.44

Actividad	Predecesor	ES	EF	LS	LF	H
A	-	0.00	4.00	0.00	4.00	0.00
B	-	0.00	3.00	1.00	4.00	1.00
C	-	0.00	1.17	8.50	9.66	8.50
D	A	4.00	9.00	6.83	11.83	2.83
E	A , B	4.00	11.83	4.00	11.83	0.00
F	B , C	3.00	5.17	9.66	11.83	6.66
G	D , E , F	11.83	19.83	11.83	19.83	0.00

Por lo tanto, la ruta crítica es A – E – G (holguras igual a 0)

$E(T) = E(A) + E(E) + E(G) = 19.83$  meses

$Var(T) = \sigma_A^2 + \sigma_E^2 + \sigma_G^2 = 1.58$

$\sigma_T = \sqrt{Var(T)} = 1.26$

b) ¿Cuál es la probabilidad de que otra ruta se haga crítica?

Para calcular esta probabilidad se evalúa la variabilidad de cada ruta, sin considerar la ruta crítica

Ruta	Variabilidad ( $\sum \sigma^2$ )
A - D - G	1.00
B - E - G	1.58
B - F - G	1.14
C - F - G	0.72

En este caso, la ruta con mayor variabilidad es B – E – G, por lo que es la candidata a convertirse en la próxima ruta crítica.

Esta ruta difiere solo en la actividad B de la ruta crítica. Por lo tanto, la probabilidad de que otra ruta se haga crítica va a estar dada por la probabilidad de que la actividad B tome más tiempo que su holgura.

$P(T_B > \mu_B + h_b) = P(T_B > 4)$

Esto es equivalente a

$1 - P(T_B \leq 4) = 1 - P\left(z \leq \frac{4 - \mu}{\sigma}\right) = 1 - P\left(z \leq \frac{1}{0.67}\right) = 1 - P(z \leq 1.5) = 1 - 0.9332 = 6.68\%$

c) Intervalo de confianza con un 95% de confianza para las fechas de finalización del proyecto

$\alpha = 5\%$

$Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96$

Intervalo de confianza está dado por  $E(T) \pm Z_{1-\frac{\alpha}{2}} * \sigma_T$

$19.83 - 1.96 * 1.26 = 17.37$

Nombre: \_\_\_\_\_ Número Lista de Alumno: \_\_\_\_\_

$$19.83 + 1.96 * 1.26 = 22.30$$

Intervalo  $\rightarrow [17.37 ; 22.30]$

d) Para ver si aceptar o rechazar la oferta se debe calcular el valor esperado del monto a recibir gracias a la contraparte (ya sea un bono o penalización)

La probabilidad de terminar en 17 meses o antes está dada por

$$P(x < 17) = P\left(\frac{x-\mu}{\sigma} < \frac{17-19.83}{1.26}\right) = P(z < -2.246) = 1 - 0.9878 = 1.22\%$$

La probabilidad de terminar en 21.5 meses o después está dada por

$$1 - P(x < 21.5) = 1 - P\left(\frac{x-\mu}{\sigma} < \frac{21.5-19.83}{1.26}\right) = 1 - P(z < 1.36) = 8.69\%$$

Por lo tanto, el valor esperado de lo que se ganaría si se acepta la oferta está dado por

$$\$1.000.000 * 1.22\% - \$400.000 * 8.69\% = -\$22.560$$

Por lo que conviene rechazar la oferta.

Para ser indiferente entre aceptar o rechazar la oferta, el valor esperado de lo que se ganaría debe ser igual a 0.

Para ver cuál debe ser la probabilidad asociada a la fecha de término anticipada que nos deja indiferente se hace el siguiente cálculo

$$\$1.000.000 * x - \$400.000 * 8.69\% = 0 \rightarrow x = 3.476\%$$

Por lo tanto, la probabilidad es de  $1 - 0.03476 = 96.524\%$

El valor de la tabla para esta probabilidad es de 1.81

$$P(z < -1.81) \rightarrow P\left(\frac{x-\mu}{\sigma} < \frac{y-19.83}{1.26}\right) \rightarrow \frac{y-19.83}{1.26} = -1.81 \rightarrow y = 17.55 \text{ meses}$$

Por lo tanto, la fecha anticipada de término que nos deja indiferentes es de 17.55 meses.