

Nombre: _____ Número Lista de Alumno: _____ Sección: _____



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^{er} semestre 2018
Prof. Alejandro Mac Cawley
Prof. Isabel Alarcón

Instrucciones:

- Poner nombre y número de lista a todas y cada una de las hojas del cuadernillo.
- Responder todas las preguntas en el espacio asignado y no descorchetear sus hojas en ningún momento durante la prueba.
- La prueba consta de 3 secciones.
- 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 puntos de bono 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.
- Este curso adscribe el Código de Honor establecido por la Escuela de Ingeniería el que es vinculante. Todo trabajo evaluado en este curso debe ser propio. En caso de que exista colaboración permitida con otros estudiantes, el trabajo deberá referenciar y atribuir correctamente dicha contribución a quien corresponda. Como estudiante es su deber conocer la versión en línea del Código de Honor (<http://ing.puc.cl/codigodehonor>).

Firma Alumno

¡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 la planificación agregada de la producción el objetivo de agregar los productos en familias es el de reducir el tamaño y complejidad del problema.

Falso, el objetivo no es solo el de reducir el tamaño y complejidad. También busca el reducir la incertidumbre y variabilidad de la planificación.
2. En un proceso productivo con múltiples partes/etapa y cada una de ellas con su propio costo de setup, es necesario plantear un modelo de optimización para obtener la planificación de cada etapa.

Verdadero.
3. En un proyecto se debe tener claras las relaciones entre: alcance, costos y tiempo; ya que entran en conflicto en la realización del proyecto.

Verdadero
4. Para poder determinar la variabilidad de la ruta crítica por medio de sumar las desviaciones de las actividades, es necesario que ellas sean idéntica e independiente distribuidas.

Falso, se deben sumar las varianzas.
5. El PERT estadístico sirve solo para determinar el tiempo esperado de finalización de un proyecto y la variabilidad de la ruta crítica.

Falso, también sirve para administrar las tareas que no son críticas y su variabilidad.
6. Las organizaciones buscan reducir sus tiempos de respuesta y aprovisionamiento (por ejemplo Amazon) para reducir el efecto látigo.

Verdadero
7. En el caso de Barrilla SpA., el efecto látigo al cual estaba sometida la organización, se debía sólo al mal manejo que el área de logística tiene en la información y los pedidos.

Falso, se debe también a malos manejos de la parte de ventas (Tamaños de pedido, promociones, proliferación de SKU)

8. Dentro de las ubicaciones técnicamente factibles para nuestro proceso (efectivas), se encuentra la ubicación que es económicamente óptima (eficiente).

Verdadero

9. Los sistemas altamente congestionados se benefician significativamente más de reducciones de variabilidad, que los sistemas no congestionados.

Verdadero

10. El risk pooling y el batching son siempre buenas medidas para disminuir la variabilidad de los sistemas productivos.

Falso, se benefician solo cuando las correlaciones o covarianzas son negativas.

PARTE II (20 puntos) Responda las siguientes tres preguntas relacionadas con el libro “La Meta”.

a) (10 puntos) Ante las fallas de las maquinas, el equipo de Alex estableció un mecanismo de priorización de las órdenes. ¿Cuál fue este mecanismo y como se relaciona al cuello de botella? Este nuevo mecanismo generó un problema al interior de la planta ¿Cuál fue este problema? ¿Era un problema verdadero? ¿Cómo lo solucionaría usted?

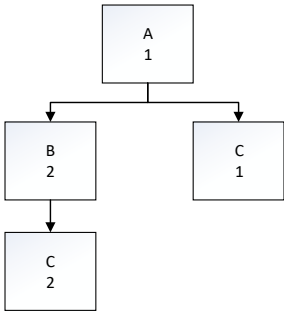
El mecanismo es el uso de priorización con etiquetas rojas y verdes, dando paso a las primeras con el objetivo de que haya cero inventarios de prioritarias esperando. El hecho de abastecer al CB está en línea con la idea de aprovechar la máxima capacidad del sistema restringido. Esto generó cuellos de botellas en otras máquinas, dado que los stocks de piezas verdes se acumulaban generando mayores problemas de capacidad. Se había transformado en un problema real, pero venía del hecho de querer mantener costos unitarios bajos productivos, aun a costa de hacer cosas sin sentido en la demanda. Alinear el proceso detrás de la demanda es la respuesta más práctica, y ajustar la capacidad, especialmente la variable, a esta realidad.

b) (10 puntos) ¿Qué problema se dio cuenta Alex que sucedía entre los robots y las personas que los abastecían? ¿Qué rol cumple el tamaño del lote de entrega al problema que enfrenta Alex? ¿Cómo puede relacionar este problema a lo que aprendimos en la clase de variabilidad y la ley o ecuación de Little?

Que los robots tenían velocidad constante, y que solo se podrían aprovechar hasta el máximo de sus golpes, sin posibilidad de “aumentar” capacidad como si ocurría con la dotación, ya sea por horas extras o número de personal. La variabilidad de la dotación solo podía ser absorbida parcialmente por los robots. La conclusión es que la variabilidad de ese proceso es el punto de partida para el próximo. El tamaño de lote genera un uso de línea elevado en tiempo si es grande, y eso permite poca reacción a la demanda real. A su vez aumenta los stocks, y genera más material parado, órdenes paradas, y posiblemente hasta inventario detenido para próximas entregas. Un sistema con variabilidad, y con lotes grandes, permite poca reacción para absorber los cambios generándose un aumento de stocks y la aparición del efecto látigo por las tardías reacciones. La Ley de Little puede ayudar a explicar esto si consideramos que los tiempos de producción, generan cola de órdenes de pedido, o de otra forma que grandes volúmenes por orden, aumentan el WIP lo que da como resultado esperas en el sistema, y no se consigue la velocidad de rotación adecuada del dinero.

PARTE III (80 Puntos): Ejercicios. Responda las siguientes 4 Preguntas

Pregunta 1 (20 Puntos) Usted es el gerente de producción de una empresa y tiene el siguiente BOM del producto A (El número de abajo indica las unidades necesarias para producir la unidad superior):



Y las demandas proyectadas de A son:

Semana	S10	S11	S12
Demanda A	10	11	15

Usted tiene la siguiente información de inventario, tiempo entrega y capacidades:

Pieza	Stock Inicial OH [un]	Tiempo Ent/Fabr [sem]	Capacidad [un/sem]
A	2	3	5
B	2	2	10
C	60	2	20

- a) (11 ptos) Desarrolle el MRP, completo, y muestre el estado consolidado del programa de producción. ¿Que producción ha podido entregar finalmente?
- b) (9 ptos) Si el costo de fabricación de cada pieza es de FA, FB y FC para las piezas A, B y C; respectivamente. El costo de inventario de cualquier pieza es de \$I (\$/pieza/semana) y no hay costos de setup. Le piden formular el problema de programación matemática que permita obtener la planificación óptima.

Respuesta de la Parte III Pregunta 1:

Parte A

	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
GR											10	11	15
OH	2	2	2	2	2	2	6	11	16	21	16	10	0
POR			0	4	5	5	5	5	5	5			

Parte B

	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
GR		0	0	8	10	10	10	10	10	10	0	0	0
OH	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POR		6	10	10	10	10	10	10					

Parte C

	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
GR		12	20	24	25	25	25	25	5	5	0	0	0
OH	60	48	28	20	15	10	5	0	0	0	0	0	0
POR		16	20	20	20	20	5	5					

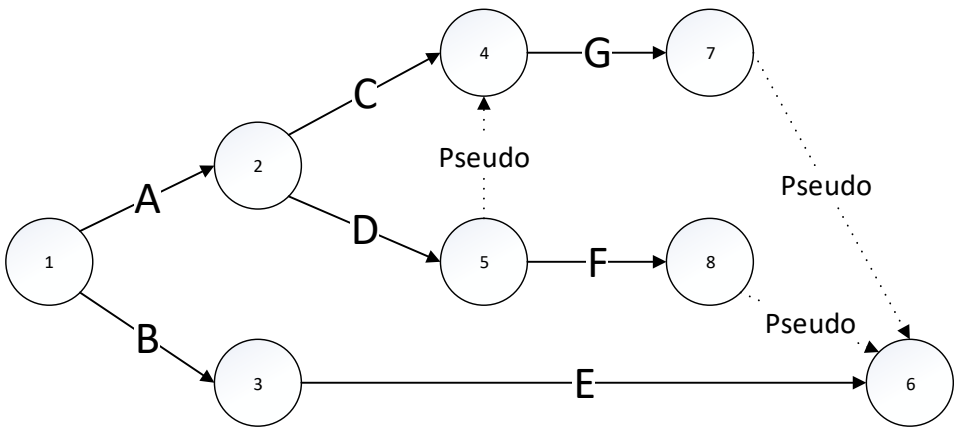
b)Modelo

Pregunta 2. (20 Puntos) Usted gerencia un proyecto y dispone de la información de los predecesores del proyecto y los tiempos: Optimista, más probable y pesimista:

Tarea	Predecesores	Optimista	Más probable	Pesimista
A	-	2	3	4
B	-	1	4	5
C	A	2	3	4
D	A	1	2	3
E	B	2	7	8
F	D	4	4	5
G	C,D	1	2	2

- a) (10 pts) Dibuje el diagrama correspondiente e identifique la ruta crítica. Indique el ES, EF, LS, LF.
- b) (10 pts) Existe la oportunidad de un contrato que plantea un Bono de \$45 por terminar el proyecto en o antes de una semana específica y una de penalización, de \$ 190 si termina sobre esa semana. ¿En qué semana debería terminar el proyecto para quedar indiferente ante la condición del contrato? De una interpretación practica de que debería comprometer a partir de su respuesta.

Respuesta de la Parte III Pregunta 2:



Tarea	TE	Var	ES	EF	LS	LF	Critica
A	3	0.11	0	3	3	6	NO
B	4	0.44	0	4	0	4	Si
C	3	0.11	3	6	5	8	NO
D	2	0.11	3	5	4	6	NO
E	6	1.00	4	10	4	10	SI
F	4	0.03	5	9	6	10	NO
G	2	0.03	6	8	8	10	NO

La ruta critica es B-E La duración es 10 y el sigma es 1.20

Hay un bono 45
y una penalizacion 190

Que probabilidad tiene de capturar una diferencia a favor?

Balance indiferencia bono*p - penalizacion * (1-p)=0
Despejando p 0.81

Buscamos ahora Z en la tabla 0.88 y lo introducimos en la formula X= U+Z*sigma=11.06

Semana 11

Pregunta 3 (20 Puntos): Una compañía de plásticos está evaluando la instalación de un CD. Se ha consultado al mercado y hay 3 opciones de ubicación, A, B, y C. Logística evaluó las tres posiciones y genero la siguiente matriz:

Característica	Ponderador	A	B	C
Seguridad	0.35	200	170	300
Distancia a Cliente	0.25	500	300	150
Distancia a Proveedor	0.3	200	400	500
Acceso a centro urbano	0.1	150	120	50

Los valores indican el costo que implicaría tomar la decisión de ubicarse en el lugar.

- a) (7 ptos.) Determine la ubicación que podría ser más adecuada de acuerdo con los métodos vistos en clase
- b) (13 ptos.) La empresa quiere evaluar que instalación es más eficiente para el crecimiento proyectado en los próximos 3 años. En ese sentido han indicado que la velocidad de crecimiento es de 2000 unidades año. Los datos de operación [\$/un] y de gastos de instalación [\$] son:

	Fijo	Variable
A	\$ 70,000	\$ 5.8
B	\$ 90,000	\$ 1.5
C	\$ 35,000	\$ 11.0

El nivel actual de demanda es de 2000 unidades anuales, y los tres depósitos tienen capacidad para manejar el crecimiento desde lo físico. Por favor determine cuál es la mejor opción para este plan de crecimiento.

Respuesta de la Parte III Pregunta 3:

Característica	Ponderador	A	B	C
Seguridad	0.35	200	170	300
Distancia a Cliente	0.25	500	300	150
Distancia a Proveedor	0.3	200	400	500
Acceso a centro urbano	0.1	150	120	50
Totales	1	270	266.5	297.5

Dado que son costos, la mejor opción es B.

Los puntos de intercepción son:

A-C = 6730
A-B = 4651
B-C = 5789

Para 2000 mil unidades el Costos en A es 81.600, B 93.000 y C 57.000.
Para el crecimiento en 8000 unidades los costos son A 116.400, B 102.000 y C 123.000.

Por ende debemos analizar el beneficio o costo de encontrarse en B vs C.

El beneficio de encontrarse en C y no en B es $((5789-2000)*(93000-57000))/2=68.202.000$
El beneficio de encontrarse en B y no en C es $((8000-5789)*(123000-102000))/2=46.431.000$

Por ende debo elegir la locación C y no B o A.

Pregunta 4 (20 Puntos): Usted está a cargo de una empresa de imprenta. Los clientes llegan a una tasa λ [clientes/hr] y usted tiene una capacidad de atender los clientes a una tasa μ [clientes/hr], ambas distribuidas en forma general. Mide el tiempo efectivo en un estudio de comportamiento, y determina que el tiempo efectivo es t_e , el coeficiente de variabilidad del tiempo promedio de llegada es c_a y el de atención es c_e .

Usted se ha dado cuenta de que existen momentos que no tiene trabajos para procesar y que en otros momentos el sistema colapsa. Debiendo realizar largos tiempos de setup para poder entregar los trabajos a los clientes. Actualmente esta evaluando la posibilidad de realizar “descuentos” en el precio de venta a los clientes que le permitan alterar la tasa de llegada. Si los clientes tienen una función de costo de espera total $CE(W) = 100 + W$ que es función del tiempo de espera de los clientes. Por otro lado, usted determina una relación entre el descuento entregado (Δ) y la tasa de llegada λ , está dado por $\lambda = \lambda e^{-\Delta}$.

- a) (14 pts) Plantee el modelo de programación matemática que permita optimizar el proceso productivo. Deje expresadas las condiciones de primer orden que permitan obtener el óptimo, no las resuelva.

Si a usted se le abre la posibilidad de adquirir nueva capacidad productiva y aumentar su capacidad productiva a un costo de \$K por cada unidad de aumento en atención en términos de clientes/hr.

- b) (6 pts) Como cambia el modelo presentado en a). Solo plantee el nuevo modelo.

Respuesta de la Parte III Pregunta 4:

a) $Min CT = CE + \Delta = 100 + W + \Delta$

Sujeto a:

$$W = \left(\frac{c_a^2 + c_e^2}{2} \right) \left(\frac{\rho}{1-\rho} \right) t_e$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$\lambda = \lambda e^{-\Delta}$$

$$\Delta \geq 0$$

La variable de decisión es el nivel optimo de descuento que debemos establecer para nuestros clientes. También podemos establecer una simplificación de las restricciones de la siguiente forma:

$$Min 100 + W + \Delta$$

Sujeto a:

$$W = \left(\frac{c_a^2 + c_e^2}{2} \right) \left(\frac{\frac{\lambda e^{-\Delta}}{\mu}}{1 - \frac{\lambda e^{-\Delta}}{\mu}} \right) t_e$$

$$\Delta \geq 0$$

Por ende, queda:

$$F = Min 100 + \left(\frac{c_a^2 + c_e^2}{2} \right) \left(\frac{\frac{\lambda e^{-\Delta}}{\mu}}{1 - \frac{\lambda e^{-\Delta}}{\mu}} \right) t_e + \Delta$$

Sujeto a:

$$\Delta \geq 0$$

Diferenciamos F con respecto a Δ e igualamos a 0.

Si incorporamos la capacidad de poder añadir capacidad como IC, tenemos una nueva variable de decisión.

$$Min CT = CE + \Delta + K(IC) = (100 + W) + \Delta + K(IC)$$

Sujeto a:

$$W = \left(\frac{c_a^2 + c_e^2}{2} \right) \left(\frac{\rho}{1-\rho} \right) t_e$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu + IC}$$

$$\lambda = \lambda e^{-\Delta}$$

$$\Delta, IC \geq 0$$

Formulario

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

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

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

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

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

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

$$c_T = \frac{\sigma}{t} = \frac{\sqrt{\text{Var}(T)}}{E(T)}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu}$$

$$L = \lambda \times W$$

$$c_T = \frac{\sigma}{t} = \frac{\sqrt{\text{Var}(T)}}{E(T)}$$

$$L = \frac{\rho}{1 - \rho}, \quad W = \frac{1}{\mu(1 - \rho)}$$

$$L_q = \frac{\rho^2}{1 - \rho}, \quad W_q = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)}$$

$$WIP = TH \times TC$$

$$L = \lambda * W$$

$$A = \frac{m_f}{m_r + m_f}$$

$$t_e = \frac{t_o}{A}$$

$$\sigma^2_e = \left(\frac{\sigma^2_o}{A}\right) + \frac{(m_r + \sigma^2_r)(1 - A)t_o}{Am_r}$$

$$c^2_e = \frac{\sigma^2_e}{t_e^2} = c^2_o + (1 + c^2_r)A(1 - A)\frac{m_r}{t_o}$$

$$t_e = t_o + \frac{t_s}{N_s}$$

$$\sigma^2_e = \sigma^2_o + \frac{\sigma^2_s}{N_s} + \frac{N_s - 1}{N_s^2} t_s^2$$

$$c^2_e = \frac{\sigma^2_e}{t_e^2}$$

$$CT_q = \underbrace{\left(\frac{C_a^2 + C_e^2}{2}\right)}_{\hat{V}} \underbrace{\left(\frac{\rho}{1 - \rho}\right)}_{\hat{U}} \underbrace{t_e}_{\hat{T}}$$

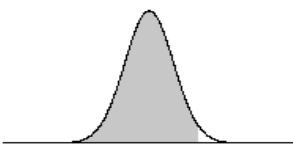
$$(c_s)^2 \approx \rho^2(c_e)^2 + (1 - \rho^2)(c_a)^2$$

$$L_q = \frac{\rho}{1 - \rho} \times Prob(N > c)$$

$$L = \frac{\rho}{1 - \rho} - \frac{(b + 1)\rho^{b+1}}{1 - \rho^{b+1}}$$

$$\lambda' = \lambda \left(\frac{1 - \rho^b}{1 - \rho^{b+1}}\right)$$

$$W_q = \frac{\rho}{\lambda(1 - \rho)} \times Prob(N > c)$$



$P(Z \leq z) = \int_{-\infty}^z f(t) dt$

Tabla de distribución normal estándar

z	0.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.4878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998