

Nombre: _____

① Sección Prof. F. Tagle

② Sección Prof. A. Mac Cawley

Número de Lista: _____



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

Interrogación 3

ICS 3213 Gestión de Operaciones
Sección 1 y Sección 2 – 1^{er} 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 les recuerda el espíritu asociado al reglamento del alumno de pregrado:

Art. 38 Los alumnos deberán actuar respetando la Declaración de Principios, los Estatutos, Reglamentos, y las Normas Generales de la Pontificia Universidad Católica de Chile y de la Constitución Ex Corde Ecclesiae. Las conductas contrarias a estos documentos los expondrán a la iniciación de un procedimiento y a la aplicación de las sanciones.

Art 39. Todo acto contrario a la honestidad académica realizado durante el desarrollo, presentación o entrega de una actividad académica sujeta a evaluación, será sancionado con la suspensión inmediata de la actividad y con la aplicación de la nota mínima.

- 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!

Nombre: _____

- ① Sección Prof. F. Tagle
- ② Sección Prof. A. Mac Cawley

Número de Lista: _____

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

1. Si estamos frente a un proceso exponencial, en estado de régimen, donde un cliente llega en promedio cada 3 minutos y su tiempo de atención promedio es de 2 minutos. El tiempo de espera en cola será de 3 minutos aproximadamente.

2. La fórmula de Little es válida en cualquier proceso de llegada y salida, para cualquier disciplina de cola.

3. La única forma de reducir el tiempo de ciclo dentro del sistema es aumentando el *throughput*.

4. Los parámetros que determinan la propagación de la variabilidad dentro de una cadena son la variabilidad de llegada, la variabilidad de servicio y el grado de saturación del sistema.

5. El efecto látigo se debe a la falta de información sobre la demanda en la cadena de abastecimiento, por lo tanto, el transmitir esta información eliminará el efecto látigo en la cadena.

6. El *pooling* es un término utilizado en Teoría de Colas para separar las entidades de un sistema según su destino o nivel de importancia. Se utiliza para priorizar en servicios de urgencias o clientes *premium*.

7. La presencia de un *buffer* reduce el *throughput* del sistema y este efecto disminuye la variabilidad. De hecho, la interconexión entre los distintos *buffers* amortiguan la propagación de la variabilidad.

Nombre: _____

- ① Sección Prof. F. Tagle
- ② Sección Prof. A. Mac Cawley

Número de Lista: _____

8. Al aumentar la profundidad de almacenamiento, tengo más disponibilidad para ubicar SKU en la zona de *picking* frontal.

9. Para un producto específico en una bodega a piso con una profundidad de dos pallets, ancho de pasillo de tamaño a , con una demanda diaria de un pallet y tiempo entre cada entrega de cuatro días, el área desocupada entre entregas será de $4(a/2) + 2$.

10. Para un mismo nivel de rotación de inventario, en un centro de distribución pequeño, se necesitan menos trabajadores que en un centro de distribución grande.

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 tiene una reunión con Bill Peach donde lo felicitan por lo bien que ha avanzado, sin embargo, para el próximo mes quería que los resultados aumentaran en un 15% sobre los de este mes. Es por esto que Rogo habla con Jonah quien le recomienda hacer “el siguiente paso lógico”. Éste consiste en dividir por la mitad el tamaño de los lotes en los no cuellos de botella con lo que aumentaría su *cash flow*. ¿De qué manera la recomendación de Jonah de reducir los tamaños de lote a la mitad tiene sentido, considerando los cuatro tipos de tiempos de espera que tienen los productos en la planta? Describa los tipos de tiempos de espera que existen, su relevancia relativa en la planta y cuál es la lógica detrás de la reducción de los tamaños de lote.

b) Casi al final del libro Alex sabe que necesita ahora de mucha más información para poder manejar de manera adecuada las plantas que tiene a cargo, por eso, junto a su equipo, decidieron mantener la misma meta del comienzo pero fijándose en tres parámetros claves. Luego de estudiar y debatir en la junta llegan a la conclusión de que el proceso que deben seguir es de mejoramiento continuo. ¿Cuáles eran estos tres parámetros? ¿Cómo las priorizaron? ¿Cuáles eran los pasos que debería seguir para el proceso de mejoramiento continuo? ¿Qué concepto se modificó de la primera versión de estos pasos?

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

1. *Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain* de Frank Chen.

- a. (6 puntos) En el artículo los autores proponen la siguiente expresión para una cadena de abastecimiento simple:

$$\frac{Var(q)}{Var(D)} \geq 1 + \left(\frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2} \right) (1 - \rho^p)$$

¿Qué representa ésta? ¿En qué consiste cada uno de los parámetros involucrados? ¿Cómo influyen los pronósticos en la propagación del efecto látigo?

2. *Research on warehouse design and performance evaluation* de Gu, Goetschlackx y McGinnis

- a. (7 puntos) Mencione y describa en qué consisten las cinco principales decisiones asociadas al diseño de centros de distribución. ¿En qué aspecto influye cada una de ellas?

Nombre: _____

- ① Sección Prof. F. Tagle
- ② Sección Prof. A. Mac Cawley

Número de Lista: _____

3. *Managing Queues*

(7 puntos) Indique y describa brevemente 5 de los 8 factores psicológicos que aumentan la percepción negativa del tiempo de espera por parte de los clientes. Además, entregue un ejemplo de lo que hacen las empresas para controlar y mejorar cada uno de ellos.

PARTE IV (55 Puntos): Ejercicios. Responda las dos siguientes preguntas.

1.- (25 Puntos) La empresa M&C está diseñando su centro de distribución.

- a) (5 puntos) Según los estudios realizados debiese mover anualmente 96.000 pallets/año, con una rotación promedio que se ha estimado en 6 veces al año. Estos pallets son de 1,2 x 0,8 x 1,4 m^3 y estos se pueden a apilar hasta 4 pallets de altura. ¿Cuál debiese ser la capacidad del centro de distribución en m^3 , si el espacio de los pasillos se desprecia?
- b) (4 puntos) La Gerencia de Operaciones de la empresa ha determinado que serán pocos SKUs los que concentrarán el 80% de los *picks* que se realizarán, es decir, sólo ciertos productos se pedirán con mucha frecuencia. Según esta información, ¿cómo debiese ser la configuración de las puertas de recepción y despacho del centro de distribución? ¿Cómo debiese ser la distribución de los racks? Argumente.
- c) Una vez definido el centro de distribución, usted ha decidido establecer dos zonas dentro de éste. Un área de reserva, y otra área de *picking* rápido de 1200 m^3 que se surte del área de reserva. Ha determinado además que los movimientos debiese ser los siguientes:

SKU	<i>picks</i> /mes	unidades/mes	unidades/caja	m^3 /caja
A	400	1400	14	2
B	500	3200	8	1
C	600	1800	9	0,5

- i. (8 puntos) Si se ha decidido que 2 de los 3 SKUs deben estar en el área de *picking* rápido, ¿cuáles de estos SKUs decidiría usted poner en esta zona? Considere que el costo de reponer cada SKU es de 1000 US\$ (que corresponde al costo de la maquinaria que trae los productos) y que el costo de arriendo del espacio es de 20 US\$/ m^3 . Indique además el volumen asignado a cada SKU y la frecuencia de reposición.
- ii. (4 puntos) Si definimos que cada SKU debe tener el mismo espacio, ¿con qué frecuencia se deberá reponer cada SKU?
- Suponga que ahora la empresa decide que pondrá los 3 SKUs en la zona de *picking* rápido.
- iii. (4 puntos) Si se asigna el espacio de forma tal que todos los SKUs tengan igual tiempo de reposición, ¿cuál será el espacio asignado para cada SKU? ¿Cuál será la frecuencia?

Respuesta de la Parte IV Pregunta 1:

Nombre: _____

- ① Sección Prof. F. Tagle
- ② Sección Prof. A. Mac Cawley

Número de Lista:

Cont. Respuesta de la Parte IV Pregunta 1:

Nombre: _____

- ① Sección Prof. F. Tagle
- ② Sección Prof. A. Mac Cawley

Número de Lista: _____

2.- (30 Puntos) Usted se encuentra a cargo de las operaciones de tierra de Mac Airlines. La empresa ofrece sólo un vuelo diario y su función es determinar la cantidad adecuada de mostradores disponibles para dar un “buen” servicio a los clientes. Considere que los pasajeros comienzan a arribar al aeropuerto 4 horas previo al vuelo. Las tasas de arribo para cada hora, coeficiente de variación y el número de mostradores abiertos se describe en la siguiente tabla:

Tiempo restante para el vuelo (horas)	Arribos al aeropuerto (personas por hora)	Coeficiente de Variación arribos	Nº de mostradores abiertos
1 a 0	0	0	0
2 a 1	70	0,9	4
3 a 2	88	1,2	5
4 a 3	44	0,8	3
5 ó +	0	0	0

Cuando un pasajero arriba a la fila, una persona lo recibe para verificar su documentación y determina si la persona debe sólo dejar su equipaje o requiere *check-in* completo o bien servicios adicionales. Para todos los efectos, considere que este proceso tiene una tasa de atención de 140 personas por hora con un coeficiente de variación de 0,15. El 50% de las personas sólo dejan su equipaje, y en este caso, el sistema es completamente automatizado (sin personal) y hay muchos mostradores para este proceso.

El problema surge con las personas que requieren *check-in* completo o servicios adicionales, ya que se requiere tener un número mínimo de mostradores con personal que atienda las necesidades de los pasajeros. Cada mostrador tiene una tasa de atención de 9 personas por hora con un coeficiente de variación de 1. Usted sabe que el largo de la cola puede ser obtenido utilizando la aproximación de Sakasegawa, dada por la siguiente forma funcional:

$$L_q \approx \frac{u^{\sqrt{2(m+1)}}}{(1-u)} \cdot \frac{\left((CV_{IAT})^2 + (CV_{ST})^2\right)}{2}$$

- Donde:
- u = es el factor de utilización o congestión.
 - m = es el número de servidores.
 - CV_{IAT} = es el coeficiente de variación de los tiempos entre arribos.
 - CV_{ST} = es el coeficiente de variación de los tiempos de servicio.

En base a la información anterior:

- a) (6 puntos) Para cada bloque horario determine las tasas de arribo al mostrador de *check-in* completo o servicios adicionales y el coeficiente de variación de los tiempos entre arribos.
- b) (6 puntos) Para cada bloque horario determine el nivel de utilización de los mostradores, el largo de la cola y el tiempo promedio de espera en la cola.
- c) (6 puntos) Determine el número de mostradores que le permitiría a Mac Airlines experimentar un nivel máximo de utilización (u) de un 75% en todos los bloques horarios. Para cada bloque y número de mostradores determine los largo de la cola y tiempos de espera en cola.
- d) (4 puntos) Si usted desea que sus clientes no esperen más de W minutos en la fila, determine una forma funcional que le permita definir la cantidad de mostradores abiertos para cada bloque horario.
- e) (8 puntos) Considere que el costo de abrir un mostrador es de \$ C por hora, mientras que el costo de espera de los clientes está dado por la siguiente función: $CW(t) = e^{kt}$, siendo $CW(t)$ es el costo total por esperar t minutos en promedio en la cola. Construya un modelo de optimización que permita determinar la cantidad óptima de mostradores a abrir en cada bloque horario.

Nombre: _____

- ① Sección Prof. F. Tagle
- ② Sección Prof. A. Mac Cawley

Número de Lista: _____

Respuesta de la Parte IV Pregunta 2:

Nombre: _____

- ① Sección Prof. F. Tagle
- ② Sección Prof. A. Mac Cawley

Número de Lista: _____

Continuación respuesta de la Parte IV Pregunta 2:

Nombre: _____

- ① Sección Prof. F. Tagle
- ② Sección Prof. A. Mac Cawley

Número de Lista: _____

PARTE V (BONO: 10 puntos adicionales) Responda la siguientes pregunta

1.- En clases vimos dos modelos para optimizar las operaciones en los centros de distribución: el primer modelo permite determinar cuáles SKU deben ser colocados en el área de pick frontal/rápido estableciendo una cantidad mínima de posiciones a asignar y todo el espacio; el segundo modelo determina el volumen que se debe entregar a cada SKU en el área de pick frontal/rápido. Construya un modelo que permita determinar al mismo tiempo la cantidad mínima de posiciones y el volumen a ubicar.

Formulario

$$\frac{k}{k+1} \text{ Prof} = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)\left(\frac{q_i}{z_i}\right)} \text{ Prof} = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)\left(\frac{1}{n}\right)\left(\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{z_i}\right)}$$

$$Ben = sp_i - c_r d_i \quad Ben = s(p_i + D_i)$$

$$Beneficio_{min_A} = \frac{s * p_i - c_r * d_i}{l_i} \quad Beneficio_{max_A} = \frac{s(p_i + D_i)}{u_i}$$

$$Beneficio_{adic_A} = \frac{s * D_i + c_r * d_i}{u_i - l_i}$$

$$v_i^* = \left(\frac{\sqrt{f_i}}{\sum_{j=1}^n \sqrt{f_j}}\right) \vee \frac{\mathbf{p_i}}{\sqrt{\mathbf{f_i}}} \quad C_x = \frac{\sum d_{ix} V_i}{\sum V_i} \quad C_y = \frac{\sum d_{iy} V_i}{\sum V_i}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad \rho = \frac{\lambda}{c\mu} \quad L = \lambda \times W$$

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

$$WIP = TH \times TC$$

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

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

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

$$(c_s)^2 \approx \rho^2 (c_e)^2 + (1 - \rho^2) (c_a)^2 \quad CT_q = \underbrace{\left(\frac{C_a^2 + C_e^2}{2}\right)}_V \underbrace{\left(\frac{\rho}{1 - \rho}\right)}_U \underbrace{t_s}_T$$

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

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