

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



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

## Interrogación 1

ICS 3213 Gestión de Operaciones  
Sección 1 y Sección 2 – 1<sup>er</sup> semestre 2016  
Prof. Alejandro Mac Cawley  
Prof. Isabel Alarcón

### **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 120 + 10 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. El *throughput* corresponde a la máxima tasa de producción de un sistema.

Falso. La capacidad corresponde a la máxima tasa de producción de un sistema. El *throughput* corresponde a la tasa.
2. Es bueno acumular inventario antes de un cuello de botella, ya que este sirve como protección ante posibles fallas en los elementos previos a este.

Verdadero
3. Algunas de las ventajas de una estrategia orientada al proceso son sus bajos costos (fijos y variables) y una alta utilización del equipamiento.

Falso. Estas son ventajas de una estrategia orientada al producto. Las ventajas de una estrategia orientada al proceso son por ejemplo una alta variedad de productos y utilización de equipamiento general.
4. En el caso de Benihana of Tokyo, el bar no era una buena medida ya que si la gente esperaba mucho rato para obtener una mesa, finalmente se retiraba del restaurant.

Falso. Buena medida como buffer, pero con precaución por lo que se menciona en la afirmación.
5. No es posible generar un pronóstico si no se cuenta con información de la demanda de periodos anteriores.

Falso. Si es posible, no todos los métodos de pronóstico están basados en información o datos de periodos anteriores. Varios métodos cualitativos de pronóstico podrían prescindir de esta información.
6. La señal de rastreo es una medida de desempeño que permite medir la desviación del pronóstico respecto a variaciones en la demanda.

Verdadero
7. El pronóstico de demanda de varios productos de forma agregada siempre es más difícil que pronosticar los mismos productos individualmente.

Falso. La demanda de productos de forma agregadas siempre es mejor que de forma desagregada. Cuando se estiman pronósticos por cada producto aumenta la variabilidad.

8. En el desarrollo del caso L.L. Bean, las propuestas de mejora que se presentaron fueron: mejorar el modelo de inventarios y realizar una respuesta rápida.

Falso. Falta el postponement.
9. El mejorar la capacidad de pronosticar la demanda de en el caso del vendedor de diarios no tiene efectos sobre la cantidad a pedir, ya que esta depende sólo del costo de sobre y bajo stock.

Falso. Al mejorar el pronóstico, disminuye la variabilidad.
10. El modelo de EOQ es robusto ya que al cometer grandes errores en la determinación de la cantidad óptima a pedir, este error no se refleja en aumentos significativos en los costos totales.

Verdadero

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

a) (10 puntos) Cuando Alex se reúne con Jonah, este último le pregunta a Alex acerca de los robots en la fábrica. ¿Aumentaron la productividad de la fábrica? ¿Qué pasó con los costos del personal y los de inventario? Ambos también conversaron sobre los altos rendimientos. ¿Cómo lograban este rendimiento en la fábrica? ¿Qué efecto traía esa acción?

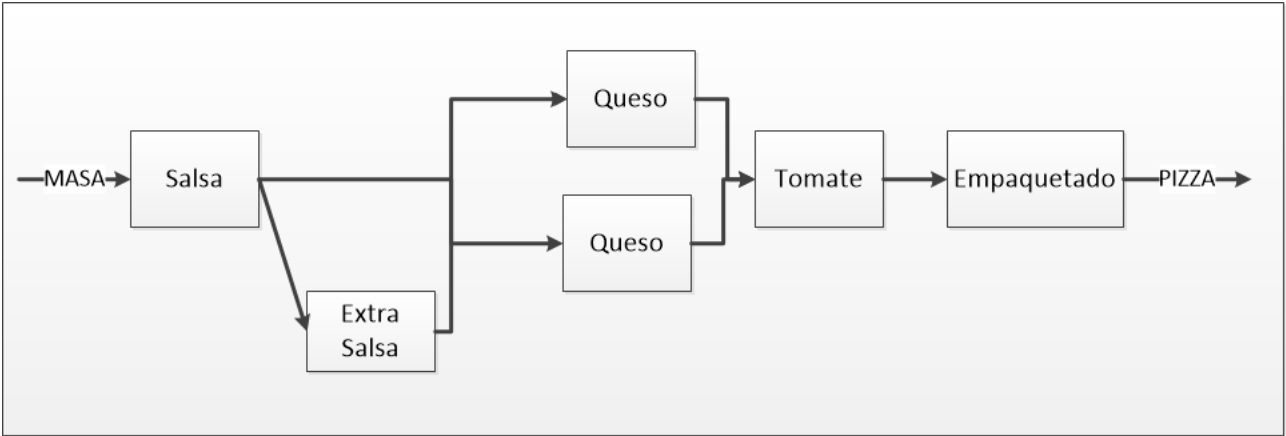
Solo se aumentó la productividad de una sección, pero no en la fábrica.  
Los costos de personal se mantuvieron, pues no despidieron gente.  
Los costos de inventario tampoco se redujeron.  
Los rendimientos se lograban manteniendo en funcionamiento constantemente los robots. Al hacer esto, se generan altos inventarios.

b) (10 puntos) ¿Cuál es la meta? Comente sobre los parámetros que describe Jonah para llegar a ella. ¿Cómo define Alex una fábrica equilibrada? ¿Por qué Jonah pensaría lo contrario?

La meta es ganar dinero. Para llegar a la verdadera meta, se debe aumentar el throughput a la vez que se reduce el gasto de operación y el inventario.  
Alex pensaba que tener una fábrica equilibrada significaba equilibrar la línea de producción.  
Cuando se ajusta la capacidad a la demanda del mercado, los ingresos disminuyen y los inventarios se disparan hasta el techo. Esto pasa por los dos fenómenos presentes en toda fábrica: sucesos dependientes y fluctuaciones estadísticas.

**PARTE III (80 Puntos): Ejercicios. Responda las siguientes 2 Preguntas**

1.- (30 Puntos) El Hornito es una empresa dedicada a la fabricación de pizzas listas para servir, las que luego son vendidas a los diferentes clientes minoristas para su comercialización. El proceso de producción, se muestra en la siguiente figura:



La primera etapa del proceso consiste en agregarle salsa a las masas mediante una máquina industrial especializada, la cual es llamada máquina salsa, esta es capaz tratar a las masas a una tasa de 400 unidades/h. Un 50% de las masas pasan a la siguiente etapa, mientras que el porcentaje restante es destinado a una máquina industrial encargada de agregar extra salsa, la cual es llamada máquina extra salsa. Esta última trabaja con una capacidad de 150 unidades/h y procesa correctamente el 95% de las unidades.

Luego, las masas con salsa y extra salsa se dirigen a 2 máquinas encargadas de agregar queso. Cada una de estas máquinas tiene una capacidad de 150 unidades/h y se descartan un 20% por errores en el procesado. Luego las masas queso se dirigen a una máquina encargada de agregar tomate. Esta máquina tiene una capacidad de 8400 unidades/día y procesa correctamente un 85% de las masas queso, dejándolas como pizzas.

Finalmente, las pizzas se empaquetan en una máquina empaquetadora para quedar como pizza lista. El empaquetado tiene una capacidad de 7200 unidades/día, y empaqueta todas las pizzas que llegan. El Hornito se rige por un sistema de 3 turnos de 8 horas cada uno, es decir, la producción de pizzas es de 24 horas al día. Dado que las pizzas son perecibles y no hay espacio, no es posible mantener inventario de producto en proceso (WIP).

A partir de esta información:

- a) (5 puntos) Determine el cuello de botella del sistema. ¿Cuál es la máxima cantidad de masas en unidades/h que es posible procesar en la máquina salsa? ¿Cuál es la producción de pizzas lista en unidades/día? Suponga que cada pizza entrega una utilidad a la empresa de \$1500 por pizza lista. ¿Cuál sería la utilidad diaria de la empresa?
- b) (5 puntos) A El Hornito le llegaron más recursos, y está pensando en mejorar sus procesos. Es por esto que decidieron aumentar la capacidad del cuello de botella encontrado en **a)**. Este aumento de capacidad debe ser de tal manera que ningún otro punto del proceso se convierta en un nuevo cuello de botella. ¿Cuál sería la nueva capacidad del cuello de botella, en unidades/h de masas?
- c) (5 puntos) Suponiendo que aumentar la capacidad del cuello de botella tiene un costo diario, ¿cuánto sería el máximo que el gerente de El Hornito estaría dispuesto a pagar? Suponga que la utilidad de la pizza lista se mantiene en \$1500 la unidad.
- d) (5 puntos) Si puede variar el porcentaje de masas que se dirigen a la máquina de extra salsa y las que se dirigen directamente a las máquinas de queso sin modificar las capacidades de las máquinas. ¿Cómo variaría usted este porcentaje?
- e) (10 puntos) El Hornito piensa instalar una nueva planta de producción para lanzar nuevos tipos de pizzas al mercado nacional, por lo que necesita decidir su plan de producción para el próximo año. La planta puede fabricar  $N$  tipos de pizzas y la elaboración de cada una de ellas implica la compra de una máquina especializada, a un costo de  $F_i$  [\$]. Además, el costo variable de producir una unidad de la pizza  $i$  es de  $C_i$  [\$]. Así, si se decide elaborar la pizza  $i$  se deberá necesariamente incurrir en un costo de  $F_i$  [\$] más los costos variables por elaboración de pizzas de ese tipo, y si se decide no fabricarla no se incurrirá en ningún tipo de gasto. La demanda pronosticada para la pizza  $i$  es de  $D_i$  unidades y el precio de la pizza  $i$  es de  $P_i$  [\$], formule un problema de programación lineal mixto que resuelva el problema de encontrar el conjunto de tipos de pizza que la empresa debe fabricar, sabiendo que se desea producir exactamente  $L$  tipos de pizza diferentes, para los cuales se deberá satisfacer la demanda.

Respuesta de la Parte III Pregunta 1:

a) Primero se calculan las capacidades equivalentes de cada estación. Se toma como referencias las masas que llegan al proceso. Así:

Máquina Salsa: 400 u/hr.

Máquina Extra Salsa:  $150/0,5 = 300$  u/hr.

Máquina Queso:  $(150*2)/(0,5+0,5*0,95) = 307,7$  u/hr.

Máquina Tomate: Se calcula la capacidad en u/hr:  $8400/24 = 350$  u/hr.

Luego  $350/(0,8*(0,5+0,5*0,95)) = 448,7$  u/hr

Máquina Empaquetado: Se calcula la capacidad en u/hr:  $7200/24 = 300$  u/hr

Luego  $300/(0,85*0,8*(0,5+0,5*0,95)) = 452,48$  u/hr

Así se observa que el cuello de botella es la Máquina Extra Salsa.

Al sistema pueden ingresar a lo más 300 u/hr de masas.

A las máquinas de queso llegan:  $300*0,5+300*0,5*0,95 = 292,5$  u/hr.

A la máquina de tomate llega:  $292,5*0,8 = 234$  u/hr.

A la máquina empaquetadora llega:  $234*0,85 = 199$  u/hr

En un día, se obtienen:  $199*24 = 4776$  u/día de pizzas listas.

El ingreso de la empresa es:  $4776*1500 = 7.164.000$  \$/día.

b) 307,7 u/hr

c) A las máquinas de queso llegan:  $307,7*0,5+307,7*0,5*0,95 = 300$  u/hr.

A la máquina de tomate llega:  $300*0,8 = 240$  u/hr.

A la máquina empaquetadora llega:  $240*0,85 = 204$  u/hr

En un día, se obtienen:  $204*24 = 4896$  u/día de pizzas listas.

El nuevo ingreso es:  $4896*1500 = 7.344.000$  \$/día.

Finalmente  $7.344.000 - 7.164.000 = 180.000$  \$/día

Por lo tanto 180.000 \$/día es lo máximo que se pagaría por aumentar la capacidad del cuello de botella.

d) Como la máquina extra salsa es el cuello de botella del sistema, el porcentaje se modificará hasta que otra máquina sea el cuello de botella, en este caso la capacidad más cercana es de 307,7 u/hr.

Así:  $150/307,7 = 0,4874$

Por lo tanto, para que la máquina extra salsa tenga una capacidad de 307,7 u/hr el porcentaje de masas que se dirigen a esta, debe ser de 48,74%.

Respuesta de la Parte III Pregunta 1 (Continuación):

e) Variables de decisión:  
 $x_i$ : Si se produce el producto i  
 $y_i$ : Cantidad a producir del producto i

Función Objetivo:

$$\max z = \sum_{i=1}^N P_i * y_i - \sum_{i=1}^N C_i * y_i - \sum_{i=1}^N F_i * x_i$$

Restricciones:

- Solamente producir lo que se decidió producir.

$$D_i * x_i \geq y_i \quad \forall i$$

- Producir exactamente L tipos de pizzas diferentes.

$$\sum_{i=1}^N x_i = L$$

- Naturaleza de las variables.

$$\begin{aligned} x_i &\in \{0, 1\} & \forall i \\ y_i &\geq 0 & \forall i \end{aligned}$$

2.- (50 Puntos) La empresa Starvuks tiene una serie de cafeterías a lo largo del país. Para poder gestionar sus órdenes y planificaciones de producción la empresa guarda todos los datos de ventas de los últimos años. De esta manera contrata a una consultora que le ayude a planificar las órdenes de granos de café (en kilos) que necesita un local en particular, la que le pide todos los datos de ventas de los últimos años.

Año	Ventas (kilos de granos de café)
2010	86.700
2011	87.900
2012	90.300
2013	98.500
2014	100.800
2015	104.700

La consultora al ver los datos entrega dos opciones para el estudio, realizar un pronóstico en base al promedio móvil ponderado ( $\alpha_t = 0,5$ ,  $\alpha_{t-1} = 0,3$ ,  $\alpha_{t-2} = 0,2$  y  $\alpha_{t-3} = 0,1$ ) o uno con suavizamiento exponencial con tendencia. El costo del primer estudio es \$15.000 y del segundo es \$22.000. Aproxime sus cálculos al segundo decimal.

- a) (3 puntos) En base a lo visto en clases e independiente del costo de cada estudio. ¿Qué método es mejor para determinar la demanda de años futuros? Explique.
- b) (15 puntos) Haga el papel de la consultora y determine los valores para el año 2016, pero iniciando con los datos del año 2010, mediante los dos métodos propuestos a Starvuks. Para el suavizamiento exponencial utilice  $\alpha = 0,65$  y  $\delta = 0,2$ , además para inicializar utilice el promedio móvil ponderado  $\alpha_t = 0,5$ ,  $\alpha_{t-1} = 0,2$ ,  $\alpha_{t-2} = 0,2$  y  $\alpha_{t-3} = 0,1$ . Además determine el MAD y la señal de rastreo hasta el 2015.
- c) (5 puntos) ¿Qué método es más conveniente para Starvuks? Para esto considere que se tienen los valores reales de la demanda para el año 2016 (109.700kg) además de que el costo de inventario es \$4 por cada kilo de café sobrante y el costo del kilo faltante es de \$7. Explique la importancia de la precisión del pronóstico.

Ahora suponga que es el proveedor de café que utiliza Starvuks. Para determinar cuánto producir y cuánto guardar en inventario usted recibe por parte de la cafetería las demandas de los próximos 3 meses, Mayo=7.200, Junio=7.800 y Julio=8.100.

- d) (7 puntos) Determine en base a esto cuánto es el óptimo de producción para cada mes. Considere que la producción debe estar lista a principio de mes, el costo de set up es de \$12.000, el costo de producción por kilo de café es de \$13 y el costo de mantener en inventario 10kg de café es de \$25.
- e) (5 puntos) Debido a que la empresa desea expandir su producción, planea comprar nuevas máquinas que le permiten tener 400 kilos de café al día. Determine si con esa producción, los costos de producción y los plazos de entrega, el lote económico óptimo alcanza a cubrir la demanda de 9.000 al mes (de 30 días de producción y jornadas de 16 horas al día) y calcule el punto de reorden. Considere un nivel de servicio del 95% y una varianza de 9,42 kilos por hora. El tiempo de entrega de los insumos es de 3 días, el costo de orden es de \$3.000 y el costo de inventario por kilo es de \$2,5 el día.

Por último, usted es proveedor de los vasos para Starvuks. Normalmente usted tiene una demanda de vasos constante, la que según la maquinaria que tiene la fábrica es satisfecha de manera óptima. Lamentablemente Starvuks planea tener promociones para este año, por lo que le va a solicitar a usted vasos especiales. El principal problema es que debido a que estas promociones tienen incertidumbre, además de que Starvuks tiene un contrato que lo privilegia, cualquier faltante o sobrante de vasos significará costos para la empresa de vasos.

- f) (15 puntos) En base a lo anterior, determine la demanda esperada de vasos para el mes de Mayo, Junio y Julio. Considere que el precio de venta a Starvuks es de \$12 por vaso, el costo de producción es \$8 por vaso y los vasos sobrantes de la promoción deben ser liquidados a un precio de \$6. Con esta información determine: i) Ventas esperadas ii) Unidades en Bajo stock y Sobre stock iii) Utilidad esperada (Considere que la fábrica puede fabricar en múltiplos de 100).

Demanda	Probabilidad
3200	0,12
3300	0,21
3400	0,24
3500	0,18
3600	0,11
3700	0,08
3800	0,06



Respuesta de la Parte III Pregunta 2:

a) El método de suavizamiento exponencial es mucho más preciso ya que utiliza datos del éxito y el fracaso de los pronósticos anteriores. De esta manera el pronóstico se va adaptando año a año en base al error de cálculo de los años anteriores.

b)  
Promedio Móvil:

El promedio móvil corresponde a ponderar las demandas de cada año en base a los alphas entregados.

$$F_{2014} = 0,5 * 98.500 + 0,3 * 90.300 + 0,2 * 87.900 + 0,1 * 86.700$$

$$F_{2014} = 102.590$$

Y así para el año 2015 y 2016:

$$F_{2015} = 106.800$$

$$F_{2016} = 111.320$$

Suavizamiento Exponencial con Tendencia:

Se debe determinar el valor del pronóstico y luego la tendencia, para inicializar el modelo se calcula el promedio móvil ponderado, ojo que los valores de los alpha son distintos.

$$F_{2014} = 0,5 * 98.500 + 0,2 * 90.300 + 0,2 * 87.900 + 0,1 * 86.700$$

$$F_{2014} = 93.560$$

Se determina la tendencia:

$$T_{2014} = \frac{(A_{2013} - A_{2012}) + (A_{2012} - A_{2011}) + (A_{2011} - A_{2010})}{3}$$

Simplificando se tiene:

$$T_{2014} = \frac{A_{2013} - A_{2010}}{3} = \frac{98.500 - 86.700}{3} = 3.933,3$$

Pronóstico final:  $FIT_{2014} = 93.560 + 3.933,3 = 97.493,3$

Para los siguientes años se utiliza la fórmula:

$$F_t = \alpha * A_{t-1} + (1 - \alpha) * FIT_{t-1}$$

Y la tendencia:

$$T_t = T_{t-1} + \delta * \alpha * (A_{t-1} - FIT_{t-1})$$
$$FIT_t = F_t + T_t$$

Con esto se completa la tabla:

Año	Ventas Totales	Tendencia	F <sub>t</sub>	FIT <sub>t</sub>
2010	86.700	-	-	-
2011	87.900	-	-	-
2012	90.300	-	-	-
2013	98.500	-	-	-
2014	100.800	3.933,3	93.560	97.493,3
2015	104.700	4.363,17	99.642,65	104.005,8
2016		4.453,4	104.457,03	108.910,43

Continuación respuesta de la Parte III Pregunta 2:

Para calcular el MAD y la señal de rastreo se debe calcular el error de cada cálculo de los años donde se tiene la demanda real.

$$e_t = F_t - A_t$$
$$MAD = \frac{1}{k} * \sum_{t=1}^k |e_t|$$
$$TS \text{ (señal de rastreo)}: \frac{\sum_{t=1}^k e_t}{MAD}$$

Año	A <sub>t</sub>	F <sub>t</sub> Promedio	F <sub>t</sub> Suavizamiento	Error Promedio	Error Suavizamiento
2014	100.800	102.590	97.493,3	1.790	-3.306,7
2015	104.700	106.800	104,005,8	2.100	-694,2

Por lo que el MAD y la señal de rastreo para cada modelo:

$$MAD_{Promedio} = 1.945$$
$$TS_{Promedio} = 2$$
$$MAD_{Suavizamiento} = 2.000$$
$$TS_{Suavizamiento} = -2$$

c) Se calcula el inventario o faltante para cada modelo.

Promedio Móvil Ponderado (inventario):

$$111.320 - 109.700 = 1.620$$

Por lo que el costo de inventario debido al error de medición es:

$$1.620 * 4 = \$6.480$$

Suavizamiento Exponencial (faltante):

$$109.700 - 108.910,43 = 789,57$$

El costo del faltante es:

$$1.254,356 * 7 = \$5.526,99$$

Si además lo comparamos al costo de cada estudio claramente conviene el promedio móvil ponderado. Cabe destacar que el error en el cálculo significa costos para la empresa, ya que puede traducirse en tener inventario excesivo o peor aún producto faltante que se traduce en pérdida de nivel de servicio con el cliente. En el caso de este problema el Suavizamiento era un estudio más caro, ya que depende de mayor cantidad de variables y es un modelo más robusto. El problema para este caso es que el periodo de evaluación era muy corto lo que se traduce en que no alcanza a converger con un resultado que valga la pena contratar.

Continuación respuesta de la Parte III Pregunta 2:

d) Para esta pregunta, al tener demandas distintas se debe utilizar Wagner-Within, hay que fijarse que los costos de inventario están cada 10 kilos de café, por lo que el costo por kilo es de \$2,5. Debido a que el enunciado no dice una fecha de entrega de los productos, se debe asumir que se entregan los productos a principio de mes, por lo que existe a partir del siguiente mes.

Existen los siguientes escenarios.

Comprar todo en Mayo:

Costo set up:  $1 * \$12.000$

Costo inventario:  $\$2,5 * 1 * 7.800 + 2 * \$2,5 * 8.100 = \$60.000$

Costo producción:  $\$13 * (7.200 + 7.800 + 8.100) = \$300.300$

Costo total:  $\$372.300$

Comprar en Mayo lo de Mayo y Junio y Julio se vuelve a comprar:

Costo set up:  $2 * \$12.000$

Costo inventario:  $\$2,5 * 1 * 7.800 = \$19.500$

Costo producción:  $\$13 * (7.200 + 7.800 + 8.100) = \$ 300.300$

Costo total:  $\$343.800$

Comprar en Mayo lo de Mayo y en Junio lo de los otros dos meses:

Costo set up:  $2 * \$12.000$

Costo inventario:  $\$2,5 * 1 * 8.100 = \$20.250$

Costo producción:  $\$13 * (7.200 + 7.800 + 8.100) = \$ 300.300$

Costo total:  $\$344.550$

Comprar todos los meses:

Costo set up:  $3 * \$12.000$

Costo inventario: 0

Costo producción:  $\$13 * (7.200 + 7.800 + 8.100) = \$ 300.300$

Costo total:  $\$336.300$

Conviene comprar todos los meses debido al alto costo de inventario.

e) Se debe dejar todo en días, por lo que la demanda es de 300 kilos al día. Luego se determina el lote óptimo:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_H}} = \sqrt{\frac{2 * 300 * 3.000}{2,5}} = 848,53 \text{ kilos al día}$$

Y para el punto de reorden se debe determinar la variabilidad por hora:

$$SE = \sqrt{9,42} = 3,069 * 16 \text{ horas} = 49,107 \text{ kilos al día}$$

Por último, el valor Z para un 95% de confianza es aproximadamente 1,65 por lo que el punto de reorden es:

$$R = d * L + Z * \sigma * \sqrt{L} = 300 * 3 + 1,65 * 49,107 * \sqrt{3} = 1.040,34 \text{ kilos}$$

Continuación respuesta de la Parte III Pregunta 2:

f) Primero determinamos las ventas esperadas:

$$Ventas\ esperadas = \sum Demanda * Probabilidad = 3443$$

Como se puede fabricar en múltiplos de 100, conviene producir 3400 vasos.

Demanda	Probabilidad	Understock	Overstock
3200	0,12	0	200
3300	0,21	0	100
3400	0,24	0	0
3500	0,18	100	0
3600	0,11	200	0
3700	0,08	300	0
3800	0,06	400	0

Finalmente el profit es:

$$Profit = Precio * Unidades\ producidas - Costo\ Faltante * Unidades\ Understock - Costo * Unidades\ producidas$$

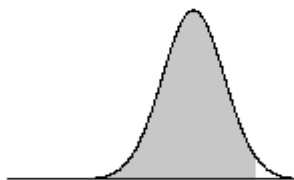
Demanda	Probabilidad	Understock	Overstock	Profit	Profit*Prob
3200	0,12	0	200	29.800	3.576
3300	0,21	0	100	30.200	6.342
3400	0,24	0	0	30.600	7.344
3500	0,18	100	0	30.200	5.436
3600	0,11	200	0	29.800	3.278
3700	0,08	300	0	29.400	2.352
3800	0,06	400	0	29.000	1.740

Utilidad esperada:  $\sum Profit * Probabilidad = \$30.068$

**PARTE IV PREGUNTA BONO (10 puntos adicionales) La respuesta debe estar completamente correcta para ganar el bono. Comience esta pregunta solo si le queda tiempo. Responda la siguiente pregunta**

1.- La capacidad de almacenaje y el capital de trabajo son dos de los factores más importantes a considerar en los centros de distribución. Por ende, el tamaño de los productos que se almacenarán allí y su valor, afectan la política óptima a pedir al proveedor. Construya un modelo que permita determinar las cantidades óptimas a pedir de cada producto y resuelva el modelo y caracterice una forma funcional para las cantidades a pedir. Establezca todos los supuestos que estime conveniente.

Tabla de distribución normal estándar



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

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	.9878	.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

Formulario

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_t$$

$$TS_k = \frac{\sum_{t=1}^k e_k}{MAD_k}$$

$$MAD_k = \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k |e_t|$$

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_H}} \sqrt{\frac{p}{p-d}}$$

$$Q_w = \sqrt{\frac{2C_oD}{C_h}}$$

$$Q^* = d \times (T + L) + z_{\alpha} \sigma \sqrt{(T + L)} - I_{existente}$$

$$R = d * L$$

$$R = d \times L + z_{\alpha} \sigma \sqrt{L}$$

$$Q^* = F^{-1}\left(\frac{c_u}{c_o + c_u}\right)$$

$$B^* = Q \times \left(\frac{C_h}{C_h + \pi}\right)$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}} \times \sqrt{\frac{C_h + \pi}{\pi}} = Q_{eoq} \times \sqrt{\frac{C_h + \pi}{\pi}}$$

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

$$FIT_t = \underbrace{F_t}_{\text{Pronóstico}} + \underbrace{T_t}_{\text{Tendencia}}$$

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

$$T_t = T_{t-1} + \alpha \delta (A_{t-1} - FIT_{t-1})$$