

Nombre: _____ Número Lista de Alumno: _____



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^{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 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. Utilización es la razón entre el throughput del sistema y su capacidad.
Falso, es la razón entre el tiempo activo de un recurso y su tiempo disponible.

2. Las mejoras que se le hacen a un proceso tienen el objetivo de aumentar en lo más posible el throughput.
Falso, además se debe analizar el impacto en inventarios y costos operacionales

3. La teoría de restricciones TOC consiste en 3 pasos: Determinar el cuello de botella, administrar cuello de botella y proteger al cuello de botella.
Falso, existe un cuarto paso que consiste en supeditar el sistema al cuello de botella.

4. Siempre es mejor tener una cola al interior del proceso que antes de iniciar el proceso.
Falso, un exceso de inventario dentro del proceso puede enlentecerlo.

5. La variabilidad dentro de un proceso es un factor importante a la hora de modelar.
Verdadero.

6. Una estrategia de alta variedad y alto volumen no se puede lograr, ya que es muy ineficiente.
Falso, es difícil de lograr pero se puede hacer y con enormes recompensas. Ejemplo: Dell.

7. Siempre son preferibles los métodos de pronóstico cuantitativos que cualitativos.
Falso, muchas veces los métodos cualitativos son la única alternativa y permiten seguir inmediatamente al mercado.

8. Una empresa tiene un buen manejo de inventario cuando tiene una alta rotación de inventario.

Falso, se puede obtener una alta rotación bajando la cantidad mantenida en inventario, lo que provoca quiebres de stock.

9. Se busca un inventario con alto GMROI, por lo que no se va a producir si no se cumple esta condición.

Falso, hay productos que tienen bajo GMROI, pero muy alta rotación como el pan, por lo que igualmente se producen.

10. El modelo EOQ consiste en pedir siempre la misma cantidad de productos cada cierto tiempo.

Falso, se pide la misma cantidad cada vez que el inventario llega hasta una cantidad mínima definida como punto de reorden.

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

a) Al encontrarse con Jonah en el aeropuerto Alex asegura que los parámetros que está usando para medir la eficiencia de la compañía son correctos, ya que su modo de pensar no es diferente al de la mayoría de los ejecutivos. Además indica que la meta de su compañía es producir productos tan eficientemente como pueda. Explique por qué ésta no es la verdadera meta y por qué los parámetros de Alex no eran correctos. Defina cuáles son los parámetros correctos mencionados por Jonah ¿Cómo se relacionan con la verdadera meta?

Esta no es la verdadera meta ya que la finalidad de la compañía no es producir, sino ganar dinero. (2,5 puntos)

Los parámetros no son correctos porque no miden cómo gana dinero la compañía. Él usaba indicadores orientados a bajar costos y ser más eficiente, aunque eso no necesariamente implica ganar dinero, sólo se enfocaba en reducir gastos operativos.(4 puntos)

Los parámetros correctos son:

- Throughput: velocidad con que el sistema gana dinero a través de las ventas. (1,5)
- Inventario: dinero que el sistema ha invertido en comprar cosas que pretende vender. (1,5)
- Gasto de operación: dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en throughput. (1,5)

Para llegar a la verdadera meta, que es ganar dinero, se debe aumentar el throughput a la vez que se reduce el gasto de operación y el inventario. (4 puntos)

b) En la excursión con los niños, ¿Por qué se producía separación entre los niños al caminar en fila?¿Cómo era la constancia de esta separación?¿Por qué poner a Herbie a la cabeza del grupo soluciona éste problema? ¿Qué analogía hace Alex entre la velocidad el grupo y lo aprendido de Jonah?

La separación entre los niños se produce debido a que las distintas velocidades de cada uno los hacen avanzar a distinto ritmo. Los más lentos retrasan a los que les siguen, y los más rápidos sacan ventaja del resto. (4 puntos)

Estas separaciones no eran constantes, paraban un cierto tiempo a esperar al grupo y después volvía separarse. (3 puntos)

Poner a Herbie a la cabeza del grupo soluciona el problema de las separaciones porque él es el cuello de botella del sistema, es el niño más lento. Los demás son capaces de ir más rápido que él, por lo que su velocidad queda limitada por la de Herbie. Así se logra que todos avancen a un mismo ritmo. (2 puntos por mencionar que es el cuello de botella y 2 puntos por decir que el resto se ve limitado por él)

La velocidad del grupo corresponde al Throughput del sistema, es la velocidad con la que avanzan, es decir se acercan a su meta.(2 puntos si mencionan otras cosas aprendidas y un total de 4 puntos si mencionan específicamente que la velocidad es el throughput)

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

1. *Time Series* de Phillip E. Pfeifer.

a. (2 puntos) ¿Qué argumentos utiliza el autor para establecer que el método de suavizamiento exponencial yace entre un *ruido blanco* y una *caminata aleatoria*? Defina estos dos últimos.

Un ruido blanco es una serie de tiempo que no exhibe ningún patrón, mientras que una caminata aleatoria es una serie temporal que exhibe un patrón fuertemente cíclico. En cuanto a lo anterior, el método de suavizamiento exponencial genera un comportamiento cíclico entre esos dos extremos. Particularmente, si $\alpha = 0$ el método de suavizamiento exponencial es equivalente a un ruido blanco, mientras que si $\alpha = 1$, el método es equivalente a una caminata aleatoria.

b. (2 puntos) Complete la siguiente tabla con los modelos de series de tiempo más apropiados para los siguientes patrones:

Patrón	Modelo
Ninguno	Promedio Simple
Ciclos	Suavizamiento exponencial
Ciclos y tendencia	Modelo de Holt
Ciclos, tendencia y estacionalidad	Modelo de Winter

c. (2 puntos) Describe el Modelo de Winter

El modelo de Winter tiene como fortaleza el poder manejar, junto con ciclos y tendencia, la estacionalidad subyacente en los datos. En adición a los parámetros α y β , que *suavizan* los componentes de nivel y estacionalidad respectivamente, se utiliza un tercer parámetro (γ) que *suaviza* los componentes estacionales. En particular, para la estacionalidad de un periodo t , el modelo utiliza t índices estacionales, los que están sujetos a un suavizado exponencial con parámetro γ .

d. (2 puntos) Al aplicar un modelo de series de tiempo, son cuatro los supuestos que se verifican. De éstos, ¿por qué el supuesto de independencia es el más importante en este contexto? Argumente.

El supuesto de independencia implica que los errores de pronóstico no exhiben ningún patrón. Así, éstos se comportan como si vinieran de un ruido blanco. Como el autor argumenta, el proceso de modelamiento está completo sólo si lo que queda después de modelar es únicamente ruido blanco.

2. *Managing Inventory* de Janice H. Hammond.

a. (3 puntos) De acuerdo a la lectura, los inventarios se pueden categorizar de acuerdo a su etapa en el proceso de generación de valor o por su función en la cadena de abastecimiento. ¿Cuáles son los seis tipos de inventarios que surgen al categorizar éstos de acuerdo a su función?

1. En tránsito (*pipeline*)

2. Decoplamiento (*decoupling*)

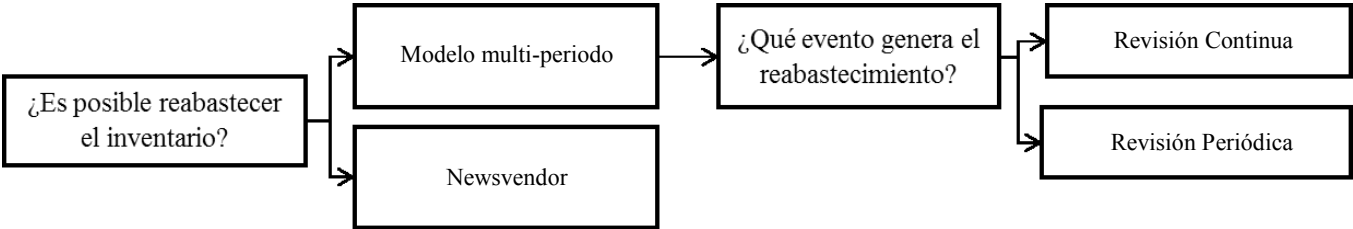
3. De seguridad (*buffer*)

4. Anticipación

5. Cíclico (*lot size*)

6. Especulativo

b. (2 puntos) Complete el siguiente árbol de decisión cuyo fin tiene establecer cuál modelo de inventario es adecuado.



c. (1 puntos) ¿Por qué a los modelos de revisión periódica se les suele denominar sistemas *order-up-to*?

Porque el nivel de inventario objetivo es constante.

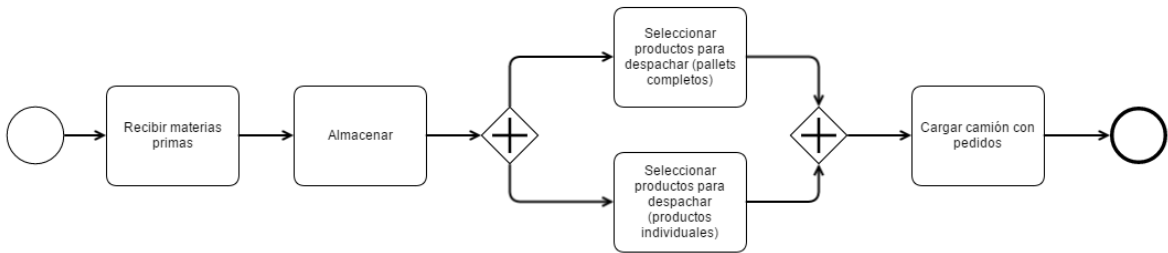
3. *Fix the Process, Not the Problem* de Harold L. Sirking and George Stalk, Jr.

a. (6 puntos) La lectura hace referencia a cuatro loops que permite cambiar la estrategia de cómo son resueltos los problemas. ¿Cuáles son estas cuatro etapas? Ejemplifique con una industria el proceso de transformación que sufre en estas cuatro instancias.

Las etapas son: arreglar en la medida que falle (*fix-as-fail*), prevención (*prevention*), encontrar la causa de los errores (*finding root causes*), y anticiparse a las necesidades de los clientes (*anticipation*). *Fix-as-fail* significa que cuando algo falla, el producto o servicio debe corregirse antes de ser enviado al cliente. *Prevention*, significa desarrollar procesos que eviten la ocurrencia de problemas. *Finding root causes* implica una mejora en la calidad dado que se dispone de más tiempo para analizar las causas subyacentes de los errores. Y por último, *anticipation* permite generar ventajas competitivas al tener un mejor entendimiento sobre cómo funciona el negocio y cuáles son las necesidades de los clientes.

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

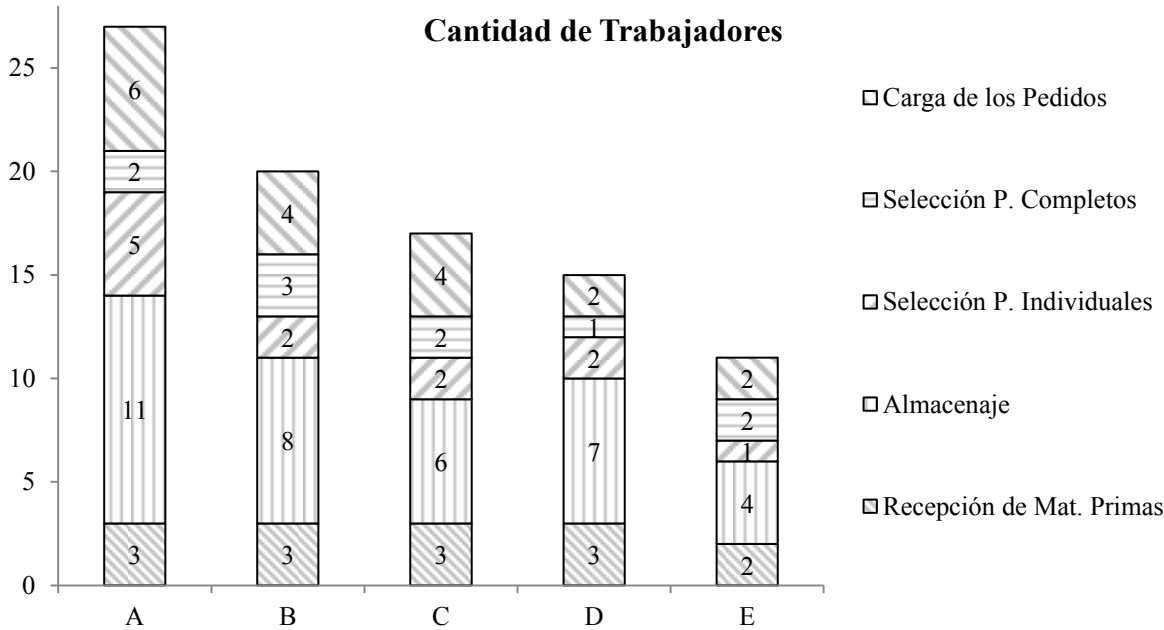
1.- (25 Puntos) Usted trabaja como responsable de los Centros de Distribución de Cenconor y está analizando el personal con que cada uno de ellos dispone. A continuación se muestra el diagrama de flujo de una bodega, que representa la vida de cada centro desde que recibe su materia prima hasta que deben cargar un pedido.



A continuación se muestra información de los cinco centros de distribución que siguen el mismo modelo anterior. En la primera tabla se muestran la cantidad de pallets que son capaces de procesar cada trabajador en un día por centro de distribución en cada actividad del modelo.

Centro de Distribución	Recepción de Mat. Primas	Almacenaje	Selección P. Individuales	Selección P. Completos	Carga de los Pedidos
A	61	19	24	20	35
B	48	15	24	20	35
C	39	20	24	20	35
D	31	12	24	20	35
E	48	16	24	20	35

A continuación se muestran la cantidad de trabajadores por actividad del modelo para cada Centro de Distribución (las cantidades escritas en las barras tienen el mismo orden que las etiquetas escritas a la derecha de la tabla).



- a) (7 puntos) Para cada centro de distribución, encuentre el nivel de procesamiento para cada actividad del proceso.
- b) (5 puntos) Indique el *throughput* para cada centro de distribución.
- c) (3 puntos) Indique dónde están los cuellos de botella para cada centro de distribución.
- d) (3 puntos) Si consideramos los cinco centros de distribución como una sola empresa. ¿Cuál es la capacidad de nuestra empresa?
- e) (7 puntos) Suponga ahora que se le da la oportunidad para poner un nuevo trabajador en alguna etapa del proceso en cada Centro de Distribución.

i. (5 puntos) ¿Dónde pondría a este nuevo trabajador en cada centro de distribución?
¿Cuáles serían los nuevos *throughput* para cada centro de distribución?

ii. (2 puntos) ¿Cuál serían los nuevos cuellos de botella para cada centro de distribución?

Respuesta de la Parte IV Pregunta 1:

a)

CD	Recepción de Mat. Primas	Almacenaje	Selección P. Individuales	Selección P. Completos	Selección en general	Carga de los Pedidos
A						
B						
C						
D						
E						

b)

CD	Throughput
A	
B	
C	
D	
E	

c)

CD	Cuellos de Botellas
A	
B	
C	
D	
E	

d)

Capacidad Total de la Empresa : _____

e)

i.

CD	¿Dónde pondría al trabajador adicional?	Throughput
A		
B		
C		
D		
E		

ii.

CD	Cuellos de Botellas
A	
B	
C	
D	
E	

Respuesta de la Parte IV Pregunta 1 (Continuación):

Niveles de Procesamiento						
Pallets	A	B	C	D	E	Suma
Recepción	183	144	117	93	96	633
Almacenaje	209	120	120	84	64	597
Selección	378	270	216	162	162	1188
Carga	210	140	140	70	70	630
Throughput	183	120	117	70	64	
Capacidad (sumada)	1188					
Cuellos de Botella	Recepción	Almacenaje	Recepción	Carga	Almacenaje	

Niveles (más 1 trabajador)						
Pallets	A	B	C	D	E	Suma
Recepción	244	144	156	93	96	733
Almacenaje	209	135	120	84	80	628
Selección	378	270	216	162	162	1188
Carga	210	140	140	105	70	665
Throughput	209	135	120	84	70	
Nuevos Cuellos de Botella	Almacenaje	Almacenaje	Almacenaje	Almacenaje	Carga	

Los que hicieron el supuesto de 50% en cada área del proceso de Selección:

Primer	Rec	Alm	Sel. Ind.	Sel. Com.	50/50	Carga	Bottleneck	Throug.
A	183	209	120	40	80	210	50/50 Com.	80
B	144	120	48	60	96	140	50/50 Ind.	96
C	117	120	48	40	80	140	50/50 Com.	80
D	93	84	48	20	40	70	50/50 Com.	40
E	96	64	24	40	48	70	50/50 Ind.	48
							Cap	344

Segundo	Rec	Alm	Sel. Ind.	Sel. Com.	50/50	Carga	Bottleneck	New Throug.
A	183	209	120	60	120	210	50/50 Com.	120
B	144	120	72	60	120	140	50/50 Com. y Alm	120
C	117	120	48	60	96	140	50/50 Ind.	96
D	93	84	48	40	80	70	Carga	70
E	96	64	48	40	80	70	Alm	64
Más 1 trab.								

2.- (30 Puntos) La empresa Dosilever está teniendo dificultades para estimar cuántos envases debe solicitar a su proveedor para almacenar sus pastas de dientes Persodont. Esto se debe a que su nuevo producto está sufriendo una tendencia al alza en su demanda, debido a la efectividad que tiene su tecnología de blanqueado de dientes. El gerente comercial acude a usted para que lo asesore.

Usted le pide que registre durante los próximos 6 meses qué demanda percibe, para poder realizar una proyección efectiva. Suponga, por simplificación, que existe un único tipo de producto y, por lo tanto, de envase.

Los datos registrados por el gerente comercial son los siguientes:

Mes	Nov 14	Dic 14	Ene 15	Feb 15	Mar 15	Abr 15
Demanda efectiva o “real” (unidades)	35.740	37.400	38.150	40.100	42.000	43.200

- a) (6 puntos) Estime, utilizando el método de suavizamiento exponencial con tendencia, la demanda para el próximo mes (mayo). Para la inicialización del modelo considere el promedio móvil entre el mes de nov 14 y Ene 15, estime la tendencia a partir de este mismo. Los parámetros son $\alpha = 0,7$ y $\delta = 0,25$.

Suponga que el costo de inventario es de \$1,5 unidad/mes, el costo por unidad es de 50 pesos, el costo de la orden es de \$100.000 y el proveedor se demora 1 semana en entregar el pedido.

- b) (6 puntos) Considerando la demanda como un promedio la información histórica y con un nivel de servicio de 95% para no tener problemas con los minoristas. Calcule el pedido óptimo de envases para el mes de julio. Considere que tiene una política de periodo fijo de 1 mes y los pedidos llegan siempre antes de que comience el mes para el cual se requieren. ¿Cuál es la cantidad óptima de pedido y las fechas en que debe ordenar? Comente el resultado obtenido con respecto al punto (a), ¿Hay diferencias? ¿Si existen, a qué se debe esta diferencia?
- c) (6 puntos) Usted desea evaluar una política de revisión continua. ¿Cuál es la cantidad óptima de pedido y el punto de re orden?
- d) (6 puntos) Usted puede firmar un contrato para asegurar la demanda para los próximos 3 meses, cuyos cantidades a fijar serían de Mayo 15= 42.476, Junio 15= 40.545 y Julio 15= 35.275 unidades. ¿Cuál es la cantidad óptima de pedido mensuales y en qué meses ordenaría?
- e) (6 puntos) Considerando las opciones calculadas en b), c) y d) ¿Qué política escogería? ¿Cómo ordenaría estas opciones? Debe mostrar todos sus cálculos.

Respuesta de la Parte IV Pregunta 2:

- a) Para inicializar el modelo debemos usar un promedio móvil entre los meses Nov 14, Dic 14 y Ene 15, el cual se usará para febrero.

$$F_t = F_4 = \frac{35.740 + 37.400 + 38.150}{3} = 37.097,7 = 37.098$$

Para incluir la tendencia en el pronóstico debemos utilizar la ecuación:

$$FIT_t = F_t + T_t$$

Entonces debemos calcular la tendencia inicial,

$$T_4 = \frac{(38.150 - 37400) + (37400 - 35740)}{2} = \frac{2410}{2} = 1205$$

$$FIT_4 = 38.289$$

Para calcular el pronóstico para los demás meses utilizamos

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

$$F_{t+1} = 0,7A_t + 0,3(F_t + T_t)$$

Continuación respuesta de la Parte IV Pregunta 2:

Y para calcular la tendencia se utiliza

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

Mes	Demanda percibida (unidades)	Tendencia	F_t	FIT_t
Nov 14	35.740	-	-	-
Dic 14	37.400	-	-	-
Ene 15	38.150	-	-	-
Feb 15	40.100	1.205	37.098	38.303
Mar 15	42.000	1.519,5	39.560,9	41.080,4
Abr 15	43.200	1.680,4	41.724,1	43.404,5
May 15	-	1.644,6	43.261,4	44.906

b) Debemos usar el método de demanda variable en el tiempo con revisión periódica, ya que tenemos variabilidad y tiempos L y T.

Primero, calculamos la demanda promedio que es $39.431,67 = 39.432$

Luego, debemos calcular la varianza. Para hacerlo usamos la demanda efectiva que percibe la empresa.

$\sigma = 2602$

Ahora calculamos el óptimo.

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

Con $z_{\alpha} = 1,645$

Con $T+L= 1$ y el inventario existente igual a cero.

**Se consideró $T + L = 1,25$ correcto.

**También se analizaron casos en que se calculó el inventario sobrante.

Así Q sería 43.712,29.

La cantidad a ordenar es menor a la solicitada según el pronóstico calculado en la parte a. Esto sucede porque el modelo de plazo fijo no incorpora la tendencia al alza en la demanda que se observa.

Es de plazo fijo así que debe ordenarse una vez al mes, una semana previo a que termine el mes, así llegan justo a comienzos de mes y no se incurre en gastos de inventario adicionales.

c) Para uno de revisión continua, aplicamos fórmula.

Asumimos la demanda promedio de 39.432

La cantidad óptima para pedir será:

$Q^* = \sqrt{2 * D * C / H} = \sqrt{2 * 39.432 * 100.000 / 1,5} = 72.509,31$

Y el punto de reorden:

$R = 39.432 / 4 + 1,645 * 2602 / 2 = 11.998,15$

Continuación respuesta de la Parte IV Pregunta 2:

d)

Dado que sabemos la demanda exacta, sabemos cuándo pedir para cada mes. Ahora tenemos que buscar la política más económica de hacerlo.

Se debe hacer Wagner Within, lo que en términos simples es:

Opción 1: Comprar mensualmente

Costo por orden: $3 \times 100.000 = 300.000$

Costo por inventario: $1,5 \times (42476 + 40545 + 35275) / 2 = 88.722$

Costo por productos: $50 \times (42476 + 40545 + 35275) = 5.914.800$

CT = $300.000 + 88.722 + 5.914.800 = 6.303.522$

Opción 2: Comprar todo el primer mes

Costo por orden $1 \times 100.000 = 100.000$

Costo por inventario $1,5(42.476 + 40.545 + 35.275) / 2 + 1,5(40.545 + 2 \times 35.275) = 202.452$

Costo por productos $50 \times (42.476 + 40.545 + 35.275) = 5.914.800$

CT = $100.000 + 202.452 + 5.914.800 = 6.217.252$

Opción 3: Comprar el primer mes también los del segundo y aparte el tercero

Costo por orden $2 \times 100.000 = 200.000$

Costo por inventario $1,5(42.476 + 40.545 + 35.275) / 2 + 1,5(40.545) = 149.540$

Costo por productos $50 \times (42.476 + 40.545 + 35.275) = 5.914.800$

CT = $200.000 + 149.540 + 5.914.800 = 6.264.340$

Opción 2: Comprar para el primer mes y después todo junto para el segundo y tercero

Costo por orden $1 \times 100.000 = 100.000$

Costo por inventario $1,5(42.476 + 40.545 + 35.275) / 2 + 1,5(35.275) = 141.635$

Costo por productos $50 \times (42.476 + 40.545 + 35.275) = 5.914.800$

CT = $100.000 + 141.635 + 5.914.800 = 6.256.435$

La mejor opción es comprar todo el primer mes ya que el costo de orden es muy elevado

e) Basamos nuestro análisis en el cálculo de costos totales

Para b), asumimos que el valor que solicitamos es el mismo para todos los meses que corresponde a $Q = 43.774$

Costo Total para b)

Costo por orden $3 \times 100.000 = 300.000$

Costo por inventario $1,5(42.476 + 40.545 + 35.275) / 2 = 88.722$

Costo por productos $50 \times (43.774) \times 3 = 6.566.400$

CT = $300.000 + 88.722 + 6.566.400 = 6.955.122$

Para c), el cálculo es mucho más complejo, ya que existe una re-orden a mitad de mes al segundo mes

Mes 1

Costo por orden: 100.000

Costo por inventario: $42.476 \times 1,5 / 2 = 31.857$

Costo por productos: $72.509 \times 50 = 3.625.450$

Mes 2

Quedan en inventario 30.033, por lo que, no alcanza para el siguiente mes pero se pide cuando se alcanza el punto de re-orden que es 11.229 que es el día 14 ($x = (30.033 - 11.229) / 1351,5$; los 1351,5 corresponde a la tasa en que satisface la demanda asumiendo que es constante ($40.545 / 30$ días)). Se reordena el día 14 y llega el día 23 justo cuando se acaba lo que había de reserva

Costo por orden: 100.000

Costo por inventario: $30.033 \times 1,5 / 30 \times 23 / 2 + (40.545 - 30.033) \times 1,5 / 30 \times 7 / 2 = 19.091$

Costo por productos: $72.509 \times 50 = 3.625.450$

Quedan en inventario 61.997
Mes 3
Costo por orden: 0
Costo por inventario: $35.275 \cdot 1,5/2 = 26.456$
Costo por productos: 0

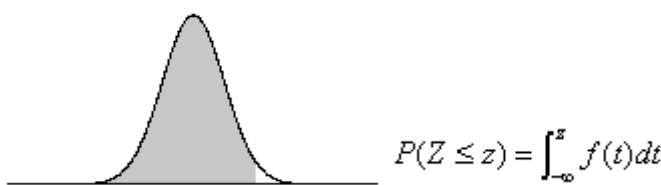
 $CT = 3.802.357 + 3.766.230 + 66.540 = 7.528.303,5$

Observando el costo por mes, la mejor política es el d) y la peor es la c)

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

1.- La capacidad de almacenaje es uno de los factores más importantes a considerar en los centros de distribución. Por ende, el tamaño de los productos que se almacenarán allí afecta la política óptima a pedir al proveedor. Construya un modelo que permita determinar las cantidades óptimas a pedir de cada producto, cuando los proveedores no llegan todos al mismo tiempo. Establezca todos los supuestos que estime conveniente.

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

Formulario

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

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

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

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

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

$R = d * L$

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

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

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

$B^* = Q \times \left(\frac{C_h}{C_h + \pi}\right)$
 $Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}} \times \sqrt{\frac{C_h + \pi}{\pi}} = Q_{eq} \times \sqrt{\frac{C_h + \pi}{\pi}}$

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

$FIT_t = \underbrace{F_t}_{\text{Pronóstico}} + \underbrace{T_t}_{\text{Tendencia}}$
 $F_t = FIT_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - FIT_{t-1})$
 $T_t = T_{t-1} + \alpha \delta (A_{t-1} - FIT_{t-1})$