

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



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

Interrogación 1

PAUTA

ICS 3213 Gestión de Operaciones
Sección 1 y Sección 2 – 1^{er} semestre 2019
Prof. Alejandro Mac Cawley
Prof. Jorge Morales

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.

Cada Verdadero vale 2 ptos si esta correcto. Si la respuesta es “falso”, requiere una explicación. Indicar falso vale 0.5 y la explicación correcta, 1.5 ptos.

1. El objetivo de las operaciones es enfocarse en producir el bien o servicio sobre el cual la organización posea una ventaja competitiva, a tiempo y al mínimo costo.

Verdadero

2. En la matriz producto-proceso, las organizaciones deben tratar de situarse en el cuadrante de alta estandarización y alto volumen productivo, ya que se puede alcanzar una ventaja competitiva sustentable.

Falso, la ventaja competitiva y sostenible se puede construir no solo de esta manera, sino identificando el core del negocio.

3. Para medir el cumplimiento de la estrategia y por ende el desarrollo de una ventaja competitiva, Kaplan y Norton, en su Balaced Scorecard recomiendan medir 4 ámbitos: Aprendizaje y conocimiento, finanzas, clientes y procesos.

Verdadero

4. En un proceso productivo continuo, el inventario se coloca antes del cuello de botella, para en caso de que las operaciones rio arriba fallen, el cuello de botella siga produciendo y el sistema productivo no se detenga.

Verdadero

5. Si tenemos una amplia gama de productos, que se producen en bajos volúmenes, es conveniente tener una estrategia de diseño del sistema productivo orientada al proceso.

Falso, a producto

6. El principal beneficio de utilizar la metodología de la “Casa de la calidad” o QFD, es que permite mejorar la calidad de los procesos de la organización.

Falso, es para alinear los requerimientos del cliente y las características del producto

7. El objetivo detrás de implementar la filosofía llamada “Chaku-Chaku” es la de poder diseñar un proceso “a prueba de fallas”.

Falso, el modo a prueba de fallos es el Poka Yoke. El chaku chaku es el enriquecimiento del trabajo

8. En el caso de Benihana of Tokyo, la razón principal por la que se decidió tener una mayor proporción de sillas en el bar con respecto al salón, es que este aumento en los asientos del Bar, permite disponer de un inventario de clientes para llenar las mesas de Hibachi.

Falso, se buscaba aumentar la contribución marginal por cliente dado que la licorería tiene menor costo.

9. El modelo de pronóstico de Holt-Winter incorpora estacionalidad, pero sólo permite realizar pronósticos para los siguientes periodos.

Falso, permite considerar horizontes temporales mayores

10. Una señal de rastreo (TS) que oscila entre los positivos y negativos, muy cercana a cero, indica que tenemos un buen pronóstico.

Falso, puede tener un MAD elevado que genere que el TS tienda a cero

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

a) (6 puntos) Después de haber cumplido con el pedido, pese a tener problemas en la NCX10, Alex hace un recuento de las características que para él definen una buena fábrica. Indique estos elementos. ¿Qué situación se ha transformado en algo común en la entrega de los pedidos por parte de la empresa? Jonah en el aeropuerto le pregunta a Alex: “¿Qué es ser productivo?”, y establecen el significado de hacer lo adecuado, ¿Cuál es este significado? Bajo este nuevo concepto, Indique el problema real que aqueja a Rogo (6 puntos)

Menciona que tiene maquinas de buena tecnología, automatizadas. Suficiente personal y capacitada, y sin mayores problemas gremiales. Tiene además materiales, y un mercado que atender, con demanda.
(2 ptos)

El retraso en los pedidos (1 pto)

Hacer algo adecuadamente es hacerlo respecto a una meta. (1 pto)

Que no sabe cual es la meta de la organización, y por ende el funcionamiento esta a la deriva desde el objetivo que persigue (2 pto)

b) (7 puntos) Jonah consulta cuál ha sido el efecto de la incorporación de los robots. ¿Qué le indica Alex? Lo que comenta Alex no impresiona a Jonah; ¿Qué tres preguntas le hace a continuación Jonah? Alex insiste en que su empresa ha mejorado, pero Jonah le indica que los inventarios deben estar por las nubes. ¿Por qué Johna puede indicar esto sin haber visitado la fábrica?

Según Alex, aumento la productividad un 36% pero solo en la sección especifica, sin cambios mayores. (1)

Ha podido terminar un solo producto mas al día? (1pto)
Reducjo personal? (1pto)
Reducieron inventario? (1pto)

Jonah hace el siguiente razonamiento: Para mantener bajo costo por piezas, se requiere diluir (en la contabilidad tradicional) los costos fijos, por lo que la única manera es produciendo todo el tiempo. Si se incrementa produccion pero solo de un sector, se genera mas stock, y si se produce productor terminado sin venta, se genera un aumento de inventario (2 ptos)

c) (7 puntos) En charla con Lou se genera una discusión sobre los KPI que podrían servir para saber si se gana dinero en la compañía. Señale estos tres indicadores y explique brevemente por que permiten medir la generación de dinero. En una última conversación Jonah indica una relación entre estos indicadores y redefine la meta. ¿Comente la relación de estos factores y cómo queda de manifiesto en la expedición al bosque?

Beneficio Absoluto: ganancia absoluta de la operación (0.5 pto)
ROI: rendimiento sobre inversión, una magnitud de la capacidad de transformar la inversión en beneficios (0.5 pto)
Liquidez: capacidad financiera para enfrentar los compromisos y continuar la operación (0.5 pto)

Cada uno de ellos apunta a entender la forma en que genera recursos la empresa; la primera es la generación de beneficio absoluto, importante para la generación de inversiones y repago a los accionistas, la segunda explica el uso de los recursos y el rendimiento asociado, y la ultima, explica la salud de la empresa en cuanto a los ciclos de conversión de dinero (mas cortos, mas facilidad para subsistir) (1.5 pto)

Los tres parámetros son: ingresos o trthroughput o velocidad de circulación de la mercaderia en el negocio, inventarios y gastos de operación. (0.5 pto c/uno)

La meta es aumentar ingresos a la vez que se reducen gastos operacionales y de inventario. (1.5 pto)

En la expedición al bosque queda claro que la velocidad máxima esta dada por el CB, y que cualquier otra velocidad generara un stock. La variabilidad es otro elemento rescatado, y que afecta especialmente al CB dado que no tiene posibilidades de recuperar su velocidad (1 pto)

PARTE III (80 Puntos): Ejercicios. Responda las siguientes 3 Preguntas

Pregunta 1 (24 Puntos) En clases se analizó como las estrategias genéricas corporativas se transforman en estrategias operativas por medio de 4 focos y como posteriormente se hace necesario establecer al menos una métrica o indicador que permitan determinar el logro de dicho foco. Para dos empresas conocidas: Walmart (Con su marca Líder en Chile) y Apple, para cada una: indique su estrategia genérica, indique al menos 2 focos operativos que la empresa debe sobresalir, para cada foco comente en al menos en qué 2 aspectos operativos se debe reflejar la estrategia, finalmente; indique para cada foco una métrica o indicador que mida el logro, comentando cómo este indicador mide el logro del foco.

Cada empresa vale 12 puntos. La estrategia corporativa, 2 ptos, cada foco 2 ptos, cada aspecto operativo, 1.5 ptos, cada métrica, 1.5 ptos. Así: $2 + 2*2 + 1.5*2 + 1.5*2 = 12$ ptos. Se consideran como validas otras respuestas que hagan sentido, al igual que indicadores. Es importante que los indicadores estén bien explicados, al menos indicando la orientación que se prefiere.

Empresa: Walmart (Marca Líder en Chile).	
Estrategia Corporativa Genérica: Líder en Costo	
Foco 1: Costo 1.- Negociación con proveedores, días de pago y descuentos 2.- Alta rotación de stocks, eligiendo productos con demanda focalizada	Foco 2: Velocidad 1.- Operacionalmente disponen de bajo nivel de diversidad de productos por local, con ofertas concentradas 2.- Alta rotación de productos, con buena respuesta logística de sus proveedores
Métrica: Ciclos de caja -> mientras mas corto indica mejor flujo de recursos. Si fuese negativo, indica que el negocio se apalanca basicamente sobre el dinero ajeno Rotación de inventario: mide que tanto rota el inventario respecto de ventas. Si es elevado significa que el stock se vende varias veces en el periodo de interes en el a;o.	Métrica: sku por local, rotación de inventario
Empresa: Apple	
Estrategia Corporativa Genérica: Diferenciación	
Foco 1: Calidad 1.-Produccion altamente estandarizada, con poca variedad de modelos 2.- Procesos diseñados específicamente para generar confiabilidad en la produccion y en el uso	Foco 2: Costos competitivos / Flexibilidad 1.- Pocas partes, con proveedores confiables, que permiten obtener buenos precios de compra 2.- La flexibilidad se ve reducida por el criterio de diseño. La variedad es escasa, pero comprobadamente de calidad.
Métrica: Numero de SKU/línea Cantidad de SKU final/parte (nivel de uso y compatibilidad)	Métrica: rotación de inventarios (uso de stock), niveles de reclamo y bugs.

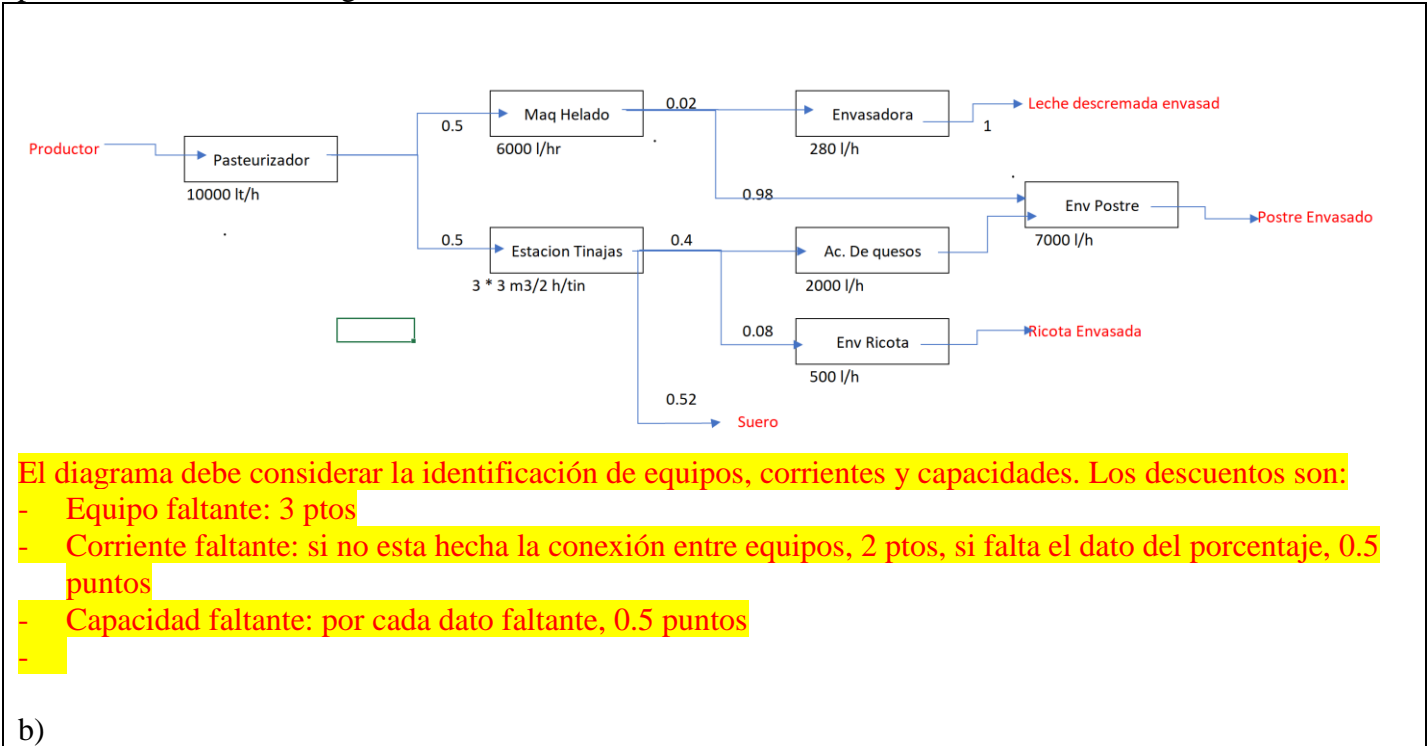
Pregunta 2 (38 Puntos): Usted está a cargo de una fábrica de productos lácteos que tiene dentro de sus líneas de productos produce un postre helado que no ha presentado los rendimientos deseados. El procesos es continuo y comienza recibiendo la leche de los productores y debe pasar por un proceso de pasteurización que tiene una capacidad de 10.000 Lts./Hr. Posteriormente el 50% de la leche sigue hasta el proceso de producción de helado y el otro 50% se va a un proceso de producción de queso. La leche que llega al proceso de helado ingresa a una maquina integrada de producción de helados, que tiene capacidad de procesar 6.000 lts de leche por hora y produce 5.880 Lts. de helado por hora y el remanente es leche descremada. La leche descremada pasa a una máquina de envasado con capacidad de envasar 280 lts de leche por hora.

El proceso de producción de quesos se basa primero en realizar el cuajado, el cual se realiza en tinajas de 3.000 Lts. en las cuales la leche debe pasar 2 Hrs. La empresa dispone de 3 tinajas para el proceso. De las tinajas se obtienen 3 productos: 40% es queso, 8% es requesón o ricota y el restante es suero. El queso es retirado de las tinajas y debe pasar por una maquina secreta para transformarse en queso para postre, que tiene una capacidad de procesar 2.000 lts. de queso por hora. La ricota es envasada, para posteriormente ser vendida. La máquina de envasado de ricota tiene una capacidad de 500 Lts por hora. El suero es desechado.

El queso se une con el helado, en una proporción de 700 cc de helado con 300 cc de queso, para producir 1 Lt. de postre helado. El exceso de queso o helado es consumido en la casa del dueño. Posteriormente es envasado para ser vendido, la máquina de envasado tiene una capacidad de 7.000 lts de postre por hr.

- a) (9 ptos) Hacer diagrama de flujo del proceso.
- b) (8 ptos) La empresa debe determinar la cantidad de leche a recibir diariamente. Para ello usted sabe que el proceso, por las características perecibles de los productos, no puede mantener inventarios de productos intermedios. El proceso trabaja en 3 turnos, 24 hrs al dia. Determine la cantidad de leche a recibir y la producción diaria de: leche descremada, postre y ricota o requesón.
- c) (7 ptos) Si usted puede alterar las cantidades de helado y queso utilizadas en la elaboración del postre y por ende cambiar la asignación de leche a helado y queso ¿Cambiaría la receta? ¿cuál sería la nueva receta y los porcentajes de leche asignados a helado y queso? Indique los nuevos niveles de producción.
- d) (14 ptos) El costo total de producción de la leche es \$0.35 por litro, el del postre helado es \$15 y el de la ricota es \$5. Usted determina las curvas de demanda para cada uno de los productos es $Precio_Leche_Descremada(\$/Lt)=10-0.05*Q_Leche\ (Lts)$, $Precio_Postre(\$/Lt.)=30-0.002*Q_Postre(Lts)$ y $Precio_Ricota\ (\$/Lt) = 20-0.1*Q_Ricota(Lts)$. Con esta información y utilizando la asignación de leche del problema original, plantee un modelo de programación matemática que permita maximizar la utilidad de la organización.

Respuesta de la Parte III Pregunta 1:



		Ingreso	Capcaidad	utilizacion			
Leche fresca	lt/h	10000					
Pasteurizacion	lt/h	↑ 10000	↑ 10000	1			
Linea Helado	%	50%					
	lt/h	↓ 5000	↑ 6000	0.83			
		2%			100	Leche descremada	
		98%			4900	Helado	
Queso	%	50%					
	lt/h	↑ 5000	↓ 4500	1.11			
cuajadoras		3					
	batch	3000					
	h/batch	2					
		40%			1800	Queso	
		8%			360	Ricota	
		52%			2340	Suero	
Invasadora de Ricota		↓ 360	↑ 500	0.72			
Acondicionadora de queso para postre		↓ 1800	↑ 2000	0.90			
			Aliment.				Req
Postre	Queso disp	1800	1800			Reactivo Limitante	4200
	Hel disp	4900	4200				2100
			6000				
		↓ 6000	↑ 7000	0.86			
					6000	Postre	
					700	Sobrante de Helado para el dueno	

Como se observa el CB es la velocidad de procesamiento de las tinajas. Tomando en cuenta la CB como limitante, tenemos:

		Ingreso	Capcaidad	utilizacion			
Leche fresca	lt/h	9000					
Pasteurizacion	lt/h	↓ 9000	↑ 10000	0.9			
Linea Helado	%	50%					
	lt/h	↓ 4500	↑ 6000	0.75			
		2%			90	Leche descremada	
		98.0000%			4410	Helado	
Queso	%	50%					
	lt/h	↑ 4500	↑ 4500	1.00			
cuajadoras		3					
	batch	3000					
	h/batch	2					
		40%			1800	Queso	
		8%			360	Ricota	
		52%			2340	Suero	
Invasadora de Ricota		↓ 360	↑ 500	0.72			
Acondicionadora de queso para postre		↓ 1800	↑ 2000	0.90			
			Aliment.				
Postre	Queso disp	1800	1800			Reactivo Limitante	
	Hel disp	4410	4200				
			6000				
		↓ 6000	↑ 7000	0.86			
					6000	Postre	
					210	Sobrante Helado Duen	

Producciones diarias considerando el CB:
6000 l/h*24h=144000 lt/día postre
5040 lt/día sobrante helado
Leche descremada 2160 lt/dia
Ricota 8640 l/día

Si quedan expresados por hora esta ok igualmente.
Los cálculos deben estar desarrollados, comprendiéndose claramente que se ha hecho. Cada parámetro bien calculado (postre, leche descremada, ricota, corriente de entrada) 1 pto. Max=4 pto
Calculos desarrollados -> max=4 pto

c) Si se pudiera cambiar la receta, con iguales resultados en la calidad del producto, es conveniente adecuar la receta y las corrientes al CB del pasteurizador. Si se toma la velocidad del pasteurizador, encontraremos que para 10000 litros, con corriente de 45% para quesos y 55%, pero excede la cantidad que permite el equipo de generación de postre.
Para encontrar el nivel de alimentación y las corrientes se toma la capacidad de la maquina de postre, 7000 lt/hr,
 $7000=1800+x*(1-y)*0.98$
 $1800=x*y*0.4$

Siendo y la fracción enviada a queso y el (1-y) la que va a helado. El x corresponde a la alimentación fresca. Despejando se obtiene un y=46% y un 54% de la alimentación va a helado. Esto permite tener trabajando el CB de las tinajas a 100%, con un flujo de 4500 litros/hora. Se despeja entonces $x=4500/0.46=9808$

		Ingreso	Capcaidad	utilizacion			
Leche fresca	lt/h	9808					
Pasteurizacion	lt/h	↓ 9808	↑ 10000	0.9808			
Linea Helado	%	54%					
	lt/h	↓ 5308.0896	↑ 6000	0.88			lt/dia
		2%			106.161792	Leche descremada	2547.883008
		98.0000%			5201.927808	Helado	124846.2674
Queso	%	46%					
	lt/h	↓ 4499.9104	↑ 4500	1.00			
cuajadoras		3					
	batch	3000					
	h/batch	2					
		40%			1800	Queso	43200
		8%			360	Ricota	8640
		52%			2340	Suero	56160
Invasadora de Ricota		↓ 360	↑ 500	0.72			
Acondicionadora de queso para postre		↓ 1800	↑ 2000	0.90			
Postre	Queso disp		Aliment. 1800			Reactivo Limitante	
	Hel disp		5201.927808				
			7001.927808				
		↑ 7001.927808	↓ 7000	1.00			
					7000	Postre	

Parte d)

El modelo desarrollado tiene la totalidad de los puntos. Para ello debe considerar las formalidades:
Variables bien definidas, función objetivo, restricciones, y no negatividad. Si se escribe el modelo en forma resumida, se considera el puntaje si esta claramente indicado el significado de los índices.
A medida que se aleja de la pauta, el puntaje se reduce de acuerdo a:
Si falta la fo: -50%
Si falta la identificación de la variable: por cada variable -1 pto
Si falta restricción: por cada una -0.4 pto

Variables:
 P_{LD} = Precio Leche Descremada, P_P = Precio Postre, P_R = Precio Ricota, Q_{LD}
= Cant Leche Descremada, Q_P = Cantidad Postre, Q_R = Cantidad Ricota, Q_{LI}
= Cantidad Leche Ingres, Q_{LIH} = Cantidad Leche Helado, Q_{LIQ}
= Cantidad Leche Queso, Q_H = Cantidad Helado, Q_{HCasa}
= Cantidad Helado Casa, Q_{LD} = Cantidad Leche Descremada, Q_Q
= Cantidad Queso, Q_{Qcasa} = Cantidad Queso Casa, Q_R = Cantidad Ricota

$$Max UT = (P_{LD} - 0.35) * Q_{LD} + (P_P - 15) * Q_P + (P_R - 5) * Q_R$$

S/A
Restricciones de Demanda

$$P_{LD} = 10 - 0.05Q_D$$
$$P_P = 30 - 0.02Q_P$$
$$P_R = 20 - 0.1Q_R$$

Restricciones Flujo

$$0.5Q_{LI} = Q_{LIH}$$
$$0.5Q_{LI} = Q_{LIQ}$$
$$0.98Q_{LIH} = Q_H + Q_{H Casa}$$
$$0.02Q_{LIH} = Q_{LD}$$
$$0.4Q_{LIQ} = Q_Q + Q_{Q Casa}$$
$$0.08Q_{LIQ} = Q_R$$
$$\frac{Q_H}{7} = \frac{Q_Q}{3}$$
$$Q_H + Q_Q = Q_P$$

Restricciones de Capacidad

$$Q_{LI} \leq 10.000$$
$$Q_{LIH} \leq 6000$$
$$Q_{LD} \leq 280$$
$$Q_{LIQ} \leq 4500$$
$$Q_Q \leq 2000$$
$$Q_R \leq 500$$
$$Q_P \leq 7000$$

No Negatividad

$$Q_i , P_i \geq 0 \quad \forall i$$

Pregunta 3. (18 Puntos)

La empresa lechera debe pronosticar la demanda de otro producto: los yogurts. Para ello ha recopilado la información de ventas desde el año 2013, que se detalla a continuación:

Periodo	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Demanda (Miles de Unid)	1500	1750	1600	2000	1850	1900

Estime el pronóstico de demanda de yogurts a producir para el 2019, con un 95% de confianza y dos colas. Utilice los siguientes 3 modelos:

- I.

Media móvil de 2 periodos.
- II.

Suavizamiento exponencial con tendencia, utilizando un $\alpha=0.2$ y $\delta=0.3$. Se sabe que el pronóstico para el 2013, era de 1600 unidades y la tendencia de 70 unidades.
- III.

Un modelo de Holt con alfa de 0.3 y beta de 0.1. También el pronóstico para el 2013, era de 1600 unidades y la tendencia de 70 unidades.
- a)

(13 ptos.) Realice un pronóstico para el 2019 utilizando cada uno de los anteriores modelos y elabore un intervalo de confianza al 95% con dos colas.
- b)

(5 ptos.) Indique qué modelo utilizaría para el pronóstico y explique las razones de su elección. Si tuviera que pronosticar más allá del 2019 ¿Cambia su decisión de modelo?

Respuesta de la Parte III Pregunta 2:

Parametro estimado como curva normal a partir de que el MAD es 1,25 sigma

0.95	0.05	0.025
98%	z	1.959963985
	z[MAD]	2.449954981

Media Movil de 2 Periodos

2

Periodo	Demanda (M un) A[t]	F[t]	Error (A[t]-F[t])	Abs	MAD
2013	1500				
2014	1750				
2015	1600	1625.0	-25.0	25.0	25.0
2016	2000	1675.0	325.0	325.0	175.0
2017	1850	1800.0	50.0	50.0	133.3
2018	1900	1925.0	-25.0	25.0	106.3
		1875.0			

Se estiman	1875.0	Intervalo	1614.69	2135.31
------------	--------	-----------	---------	---------

Suavizamiento Exponencial con tendencia

alfa	0.2	gamma	0.3	F(2013)	550000
------	-----	-------	-----	---------	--------

Inicializacion de la Tendencia

Periodo	Demanda (m3)	T[t]=T[t-1]+a*g*(A[t-1]-FIT[t-1])	F[t]=FIT[t-1]+a*(A[t-1]-FIT[t-1])	FIT[t]=FIT[t]+A[t]	Error	Abs	MAD
2013	1500	70.0	1600	1670			
2014	1750	59.8	1636	1696	54	54	54
2015	1600	63.1	1707	1770	-170	170	112
2016	2000	52.9	1736	1789	211	211	145
2017	1850	65.6	1831	1896	-46	46	120
2018	1900	62.8	1887	1950	-50	50	106
		59.8	1940	2000			

Se estiman	1999.7		1739.2	2260.2
------------	--------	--	--------	--------

Modelo de Holtz

L

Suavizamiento

alfa

Cte suavizamiento

y[t]

valor real

beta

Cte suavizamiento tendencia

b

estimador tendencia

alfa

0.3

beta

0.1

m

1

Periodo

Demanda (M un)

Suav. Exponencial
L[t]= alfa*y[t] + (1-
alfa)(L[t-1]+b[t-1])

Tendencia
b[t]=beta*(L[t]-L[t-
1])+(1-beta)b[t-1]

F[t+1]=L[t]+1b[t]

Error [t]

Abs

MAD

2013

1500

1600.0

70

1670

2014

1750

1694.0

72

1766

-166

166

166

2015

1600

1716.5

67

1784

216

216

191

2016

2000

1848.7

74

1923

-73

73

152

2017

1850

1900.8

72

1973

-73

73

132

2018

1900

1950.8

70

2020

Se estiman

2020.3

1697.13

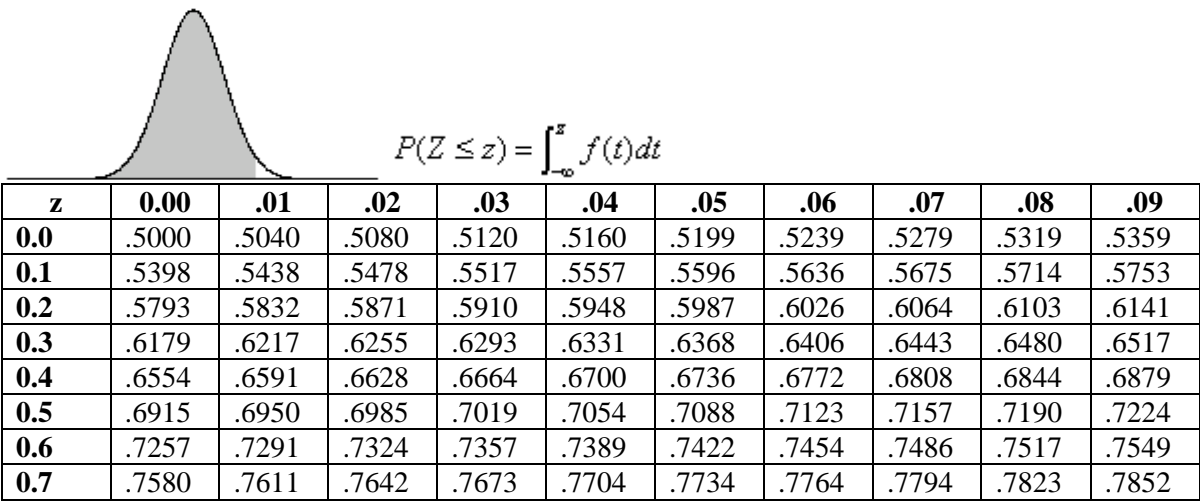
2343.51

Elaboración pronostico con cada método: 2.5 ptos (max 2.5*3=7.5ptos)

Intervalo Confianza: 1.8 ptos/cada método (max 1.83*3=5.5)

b) El pronostico a utilizar es el que presenta menor MAD (3 ptos). Sin embargo, si se requiere estimar mas allá del periodo t, el mas conveniente es el Modelo de Holtz, dado que lo parametriza a través de m (2 ptos)

Tabla de distribución normal estándar



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

Formulario

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

$\hat{y} = a + bx$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$
$$a = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum x}{n} = \bar{y} - b\bar{x}$$

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

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

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

$$L_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$
$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$
$$F_{t+m} = L_t + mb_t$$

$$L_t = \alpha \frac{y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$
$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$
$$S_t = \gamma \frac{y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s}$$
$$F_{t+m} = (L_t + mb_t)S_{t+m-s}$$