



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

Interrogación 2 - 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. (2 ptos Verdadero ; 0.5 Falso + 1.5 justificación)

1. El cash to cash cycle es un buen indicador para medir la rotación y gestión de la bodega.

Falso, el cash to cash cycle no mide la gestión de la bodega, solo mide la rotación del flujo de caja de los inventarios: cuentas por cobrar + días de inventario – cuentas por pagar.
2. Para determinar la cantidad optima a pedir (Q o EOQ de Wilson) se pueden cometer errores en determinación del costo de inventario (H) y de pedido (S), ya que el Q optimo es robusto ante errores en su determinación.

Verdadero
3. El modelo de periodo fijo ajusta en cada periodo la cantidad a pedir por medio de incorporar el inventario existente al momento de realizar el pedido.

Verdadero
4. En el caso Sport Obermeyer, en el primer pedido se piden los productos que tienen mayor variabilidad o “riesgo, ya que cualquier problema de stock puede ser resuelto en el segundo en el segundo pedido.

Falso, en el primer pedido se piden los productos con menor variabilidad o riesgo, se espera el segundo pedido para tener mas información y poder reducir la variabilidad de los más riesgosos.
5. Un problema encontrado entre la unión de la planificación agregada de largo plazo (LP) con la de corto plazo (CP), es que en algunas ocasiones la planificación de CP no es factible, debido a que al planificar el LP se agregan los productos y se utilizan promedios.

Verdadero
6. Desde la producción, los mecanismos para ajustar las variaciones de la demanda y la producción, en la planificación agregada, son los inventarios y la capacidad productiva.

Verdadero
7. En el loteo bajo MRP, el resultado obtenido a través del costo medio y el costo total es el mismo.

Falso, dado que los resultados de la planificación son discretos, los resultados obtenidos a través del costo total o costo medio pueden ser distintos.
8. El Sales and Operations Planning (S&OP) busca unir las áreas de venta y producción, por medio de realizar: pronósticos de venta de corto plazo, planes de producción ajustados a esos pronósticos, una reunión de consolidación donde analiza el plan anterior y se verifica la factibilidad del plan nuevo y finalmente, una reunión ejecutiva para establecer el plan final.

Verdadero

9. El sistema de PERT es una herramienta que permite gestionar los proyectos y reducir sus costos o tiempos, enfocándose en determinar la ruta crítica y segundo, administrar y controlar las actividades que pertenecen a dicha ruta crítica.

Falso, el PERT también permite conocer la ruta tiene holgura y el valor de esta. Con ello es posible gestionar y reducir los recursos de dichas actividades no criticas con el objetivo de disminuir el costos del proyecto.

10. En un proyecto con variabilidad, cuando se dispone de dos propuestas, siempre se preferirá la propuesta que tenga el tiempo esperado de termino menor.

Falso, si la propuesta con el menor tiempo esperado tiene una variabilidad muy alta, mucho mayor a la de la propuesta con el valor esperado mayor, puede preferirse esta ultima por la existencia de probabilidades de demorarse más.

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

a) (6 puntos) ¿Qué aprende Alex en la excursión con el juego de los palitos de fósforos y como se relaciona con las fluctuaciones estadísticas en el proceso productivo? El equipo de Pete finalmente termina la producción, pero Bob observa algo especial. ¿Qué es? Finalmente, Jonah le da la una nueva definición de Cuello de Botella y le indica una regla de oro. ¿Cuál es la nueva definición y regla? Explique.

En la excursión, con el juego de los fósforos, Alex aprende el impacto de las variaciones aleatorias o fluctuaciones estadísticas de la producción sobre el proceso. Por medio de un dado se establece la capacidad de pasar fósforos y al final la capacidad del sistema es menor que la esperada. En el caso del proceso lo observa en los robots, los cuales no pueden producir, porque no tienen insumos que provienen aguas arriba. (2 pts)

Observan que el retraso del equipo de Pete se trasladaba al robot, pero cuando Pete aceleraba el robot no podía recuperar las entregas. Observan el efecto de las fluctuaciones. (1 pto)

CB definición: **Cuello de Botella: Un cuello de botella es un recurso cuya capacidad es igual o inferior a la demanda ejercida sobre él.** (1.5 pts)

Regla: Equilibrar el flujo, no a capacidad. Se requiere a que el flujo de materiales debe estar equilibrado con la demanda. (1.5pts)

b) (7 puntos) El determinar el cuello de botella requería mucho tiempo e información, y por ende proponen una manera práctica y efectiva. ¿Cuál es y por qué es razonable? De acuerdo a Jonah ¿Cómo se relaciona el cuello de botella con la demanda en el logro de la meta? ¿Cómo se soluciona? ¿Cuál es el efecto de la ubicación del control de calidad en el logro de la meta? ¿Cómo se soluciona?

Identificar inventario inmediatamente anterior. Esto es porque dado que la línea no está balanceada en cuanto a velocidad, los equipos producen a su tasa y generan inventario en los equipos más lentos. (2 pts)

Cuando el cuello de botella está en la demanda se debe aumentar la capacidad productiva. “Sus cuellos de botella están impidiendo un flujo suficiente para satisfacer la demanda y generar beneficios. Así que no hay más solución que aumentar la capacidad” (2.5 pts)

Al estar al final en Control de calidad, se genera una pérdida de uso de CB por piezas que ocuparon su tiempo y sin embargo son defectuosas, lo que no se puede recuperar. La propuesta es que solo pase por el CB el material útil, para que sea efectiva la ocupación. Es decir colocar el CC antes del CB. (2.5 pts)

c) (7 puntos) Alex menciona que utiliza ordenes de producción de gran tamaño para poder diluir los costos de setup en un mayor número de unidades. ¿Comente de qué forma esta decisión va en contra del logro de la meta? También el equipo de Alex habla que se debe mantener las maquinas funcionando todo el tiempo. ¿De qué forma esto afecta al flujo y como se relaciona con el Retorno Sobre la Inversión (ROI)? ¿Qué recomendaría usted?

Una orden grande, la cual no tiene una demanda segura genera inventario que, si no es demandado, se inmoviliza, disminuyendo la disponibilidad de flujo, lo que afecta a la dinámica de transformación de inversión en venta y margen. Por ende, se reduce el throughput de la organización. (3 pts)

Mantener equipos en funcionamiento sin que sea con demanda requerida y sin ser CB genera un aumento en stock, lo que aumenta el costo, disminuyendo la renta sobre inversión. También disminuye flujo. (2.5 pts)

Se recomienda producir de acuerdo a la demanda y no generar inventario en exceso. (1.5 pts)

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

Pregunta 1 (25 Puntos)

Usted utiliza dos insumos en su proceso productivo U1 y U2, los cuales los debe adquirir al mismo proveedor. U1 tiene un costo de \$100 por unidad y U2 tiene un costo de \$70 por unidad. La demanda diaria de U1 ha sido de 6 unidades con una desviación standard de 1 unidad diaria y la de U2 ha sido 4 unidades con una desviación standard de 0.65 unidades diarias. El costo anual de mantener inventarios es de un 20% del valor del artículo y usted tiene capacidad infinita de guardar U1 y U2. El proveedor le cobra una cantidad fija de \$100 por cada despacho de U1, U2 o ambas, independiente de la cantidad y demora 10 días en completar el pedido tanto de U1 como el de U2. Usted trabaja los 365 días del año y desea mantener un nivel de servicio de un 95%. Hint: Recuerde que es posible solicitar los dos productos (U1 y U2) en el mismo despacho.

Determine:

- a) (11 pts) Las cantidades óptimas a pedir, puntos de reorden, números de pedidos anuales, tiempo entre pedidos y costos anuales de la política para U1 y U2 si se utiliza una política de revisión continua.
- b) (11 pts) Las cantidades óptimas a pedir, puntos de reorden, números de pedidos anuales, tiempo entre pedidos y costos anuales de la política para U1 y U2 si se utiliza una política de periodo fijo.
- c) (3 pts) ¿Por cuál política de inventario se decide?

Respuesta de la Parte III Pregunta 1:

Pregunta a)

Utilizamos la ecuación de la cantidad óptima

$$Q_w = \sqrt{\frac{2C_0D}{C_h}}$$

y

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

	DDA Diaria	Dda Annual	Valor Art	Costo H	Q EOQ	Costo Pedido	Costo Inv.	Costo SS	Costo Anual
U1	6	2190	100	20	148	\$ 1,479.73	\$ 1,480.00	\$ 123.96	\$ 3,083.69
U2	4	1460	70	14	145	\$ 1,006.90	\$ 1,015.00	\$ 56.40	\$ 2,078.30
								Total	\$ 5,161.99

	Pedidos	L	Sigma	SS	R	T entre P
U1	14.80	10	1	6.20	66.20	24.67
U2	10.07	10	0.65	4.03	44.03	36.25

Ambas preguntas son aplicaciones de formulas con algo mas de complejidad en el segundo caso. Se piden 5 parametros por insumo, haciendo un total de 10 parametros. Cada uno de ellos vale 1.1 punto. Si esta ok la formula reciden 50%, si esta todo bien recién 100%.

Pregunta b)

Utilizamos la función

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

$$- I_{existente}$$

El tiempo T entre pedido utilizamos el tiempo de U1 obtenido en el ejercicio anterior, ya que permite minimizar el costo de inventario mas alto. Se sincroniza los pedidos de U2 a ese ciclo, para solo tener 1 costo de despacho. El inventario existente se iguala a d*L, suponiendo que se llega a inventario 0 cada vez.

	DDA Diaria	Demanda	Valor	Costo H	T	Q Pedir	Pedidos	Costo Pedido	Costo Inv.	Costo SS	Costo Anual
U1	6	2190	100	20	24.67	158	13.9	\$ 1,386.08	\$ 1,580.00	\$ 194.31	\$ 1,289.31
U2	4	1460	70	14	24.67	105	13.9		\$ 735.00	\$ 88.41	\$ 818.41
										Total	\$ 3,493.79

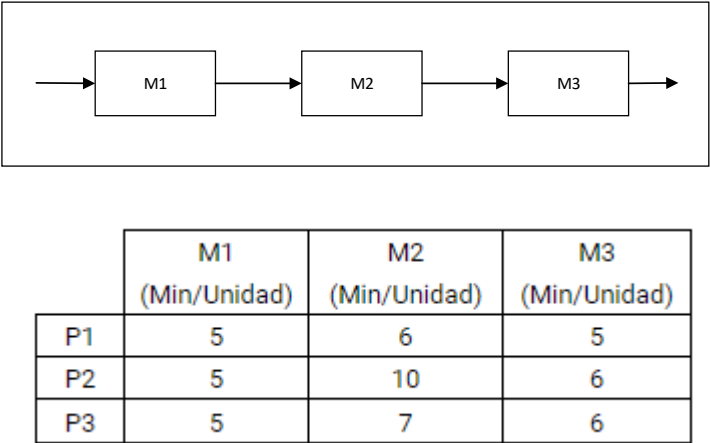
	L	Sigma	SS	T entre P
U1	10	1	9.72	24.67
U2	10	0.65	6.32	24.67

Ambas preguntas son aplicaciones de formulas con algo mas de complejidad en el segundo caso. Se piden 5 parametros por insumo, haciendo un total de 10 parametros. Cada uno de ellos vale 1.1 punto. Si esta ok la formula reciben 50%, si esta todo bien recién 100%.

Pregunta c) Dado que es posible consolidar los envíos la mejor opción es Periodo Fijo.

Pregunta 2 (20 Puntos) Seleccione UNA de las siguientes dos preguntas. Si responde las dos preguntas solo se corregirá la primera.

- I. Usted está a cargo de un proceso productivo que produce 3 productos P1, P2 y P3; los cuales generan respectivamente \$105, \$200 y \$150 pesos de utilidad por cada unidad vendida. Estos productos deben todos pasar por las mismas tres maquinas M1, M2 y M3, con las siguientes productividades por cada producto:



- a) (10 pts) Si usted dispone de 8 hrs al día para procesar los productos y sus demandas máximas diarias son: 60 unidades de P1, 70 unidades de P2 y 40 unidades de P3. ¿Cuál sería el plan de producción diario que maximiza la utilidad de la organización?
- b) (10 pts) ¿Qué margen de los productos P2 y P3 lo dejaría indiferente al momento de seleccionar los productos a producir?
- II. Usted dispone de la demanda diaria del producto que vende la empresa, dada por D_t para t periodos. La receta del producto requiere j subproductos o insumos y está dada por el Bill of Material (BOM). El BOM le indica que para cada producto o subproducto j , usted requiere M_{jk} unidades de subproducto o insumo k $(j, k) \in BOM$. Para cada producto/subproducto/insumo j usted dispone de I_j unidades en inventario, el lead time de producción o del proveedor es de L_j días para cada j y finalmente, cada estación de producción o proveedor tiene una capacidad máxima de producción o entrega diaria de C_j unidades. El costo de producción de cada unidad es de CP_j pesos por unidad y el costo de mantener inventario es de I_j pesos por día por unidad j .
- a) (13 pts) Con esta información elabore un modelo de programación matemática que permita determinar el programa de MRP para cumplir con la demanda y también terminar con IF_j unidades de inventario final de cada unidad j .
- b) (7 pts) Si el costo de orden o pedido a cada proveedor es de CF_u pesos por cada vez que se ordena el insumo u ($u \subseteq j$). ¿Cómo incorpora esta información en su planificación?

Respuesta de la Parte III Pregunta 2:

Pregunta I)

El cuello de botella es la maquina 2.

min/un	M1	M2	M3	\$/un	
P1	5	6	5	105	
P2	5	10	6	200	
P3	5	7	6	150	
un/hora	M1	M2	M3	CB	Margen a velocidad CB
P1	12.0	10.0	12.0	10	1050
P2	12.0	6.0	10.0	6	1200
P3	12.0	8.6	10.0	8.57142857	1285.714286

Resultados ok, 40%, planteo correcto, 60%

Calculamos Ahora la capacidad de proceso para cada producto

ContMg hora	un/hora	Horas Progr.	Unidades	Utilidad	Demanda
P1	10		0	0	60
P2	6	3.3	19.8	3960	70
P3	8.57142857	4.7	40.2857143	6042.85714	40
		8		10002.857	

Para que sean indiferente se compensa la perdida de velocidad con margen

M2	Mx margen	Margen ind.
10.0	1286	129
6.0	1286	214
8.6	1286	150

Resultados ok, 40%, planteo correcto, 60%

Continuación respuesta de la Parte III Pregunta 2:

Pregunta II) Modelo

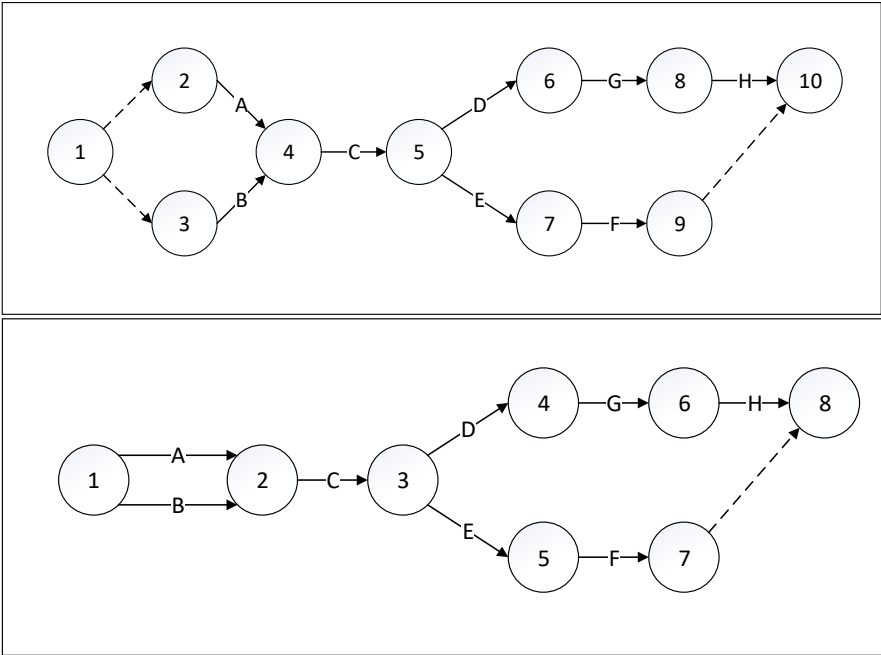
1	solo producto, no requiere estar subindicado
k	insumos
j	subproductos
D[t]	demanda en periodos t
M[j,k]	receta
I[j]	Inventario
L[j]	lead time
C[j]	capacidad maxima de produccion
CP[j]	costo de produccion de cada unidad
H[j]	costo de mantener inventario
Objetivo	
Cumplir con la demanda -> se puede hacer estricto con demanda igual a entrega, o debil, minimizando la diferencia	
IF[j]	nivel de inventario final
Variables Decision	
x[t]	produccion de i
y[t]	entrega de producto
D[t]	demanda en periodos t
FO	
min(d[t]-y[t])	minimizar las perdidas por falta de entrega
I[t]=I[t-1]+x[t-LT]-y[t]	inventario con efecto de lead time
I[j,t]=I[j,t-1]+orden[j,t-LT[j]]-consumo[j,t]	inventarios j
I[k,t]=I[k,t-1]+orden[k,t-LT[k]]-consumo[k,t]	inventarios j
orden[j,t-LT[j]]=x[t]*M[j]	orden para el primer nivel, es la produccion de x en t afectado por la receta
orden[k,t-LT[k]]=x[t]*M[j]*M[jk]+x[t]*M[k]	consumo de MPs en semielaborado y final
orden[j, t-LT[j]] =< C[j]	Ordenado menor que la capacidad de entrega
orden[k, t-LT[k]] =< C[k]	Ordenado menor que la capacidad de entrega
x[t]<= C	fabricado menor que capacidad
consumo[j,t]=x[t]*M[j]	Consumo conectado con receta y produccion
consumo[k,t]=x[t]*M[k]	Consumo conectado con receta y produccion
I[j,T]<=IF[j]	Restriccion de nivel de inventario final
I[k,T]<=IF[j]	Restriccion de nivel de inventario final
Todas las variable deben ser mayores que 0	No negatividad
<div><div>El modelo debe tener al menos los elementos básicos funcionales e incorporar el lead time y el BOM – 100%</div><div>Sin LT o BOM ->-25%</div><div>Sin ambos -> -50%</div></div>	
<div><div>Ideas incompletas, con poca claridad o desprolijidad donde no se observe con claridad la idea de la resolución, sin puntuacion</div></div>	
<div><div>b) Se puede calcular el EOQ, por postular una política, y determinar los Q* y R para cada k. A partir de ello se pueden incorporar restricciones:</div><div>- emisión de orden {0,1} si I<=R para todo k</div><div>- numero de ordenes a emitir (limitadas por capacidad)=Q*/C</div></div>	
<div><div>También se puede incorporar como un costo específico, aunque allí deben mostrar la formulación.</div></div>	
<div><div>Hay varias formas de hacer esto, por lo que es un poco abierto, pero se espera que si lo incorporan sea una función de costo, o una vinculación operacional con parámetros R y Q*. Debe ser claro y con criterio, sin problemas de sustento para 100%.</div></div>	

Pregunta 3. (35 Puntos) Usted gerencia un proyecto y dispone de la información de los predecesores del proyecto, los tiempos probables y su desviación standard:

Actividad	Predecesores	Tiempo Esperado (Semanas)	Desviacion Std. (Semanas)
A	-	2	0,25
B	-	3	0,25
C	A,B	1	0,5
D	C	1	0,25
E	C	1	0,25
F	E	0,75	1
G	D	1	0,25
H	G	1	0,5

- a) (10 ptos.) Dibuje el diagrama correspondiente e identifique la ruta crítica. Indique el ES, EF, LS y LF.
- b) (7 ptos) Le ofrecen un contrato por terminar antes de la semana 8. ¿Cuál sería el bono y si la penalidad que le ofrecen es de 150?
- c) (7 ptos) Existe la oportunidad de un contrato que plantea un Bono de \$150 por terminar el proyecto y una de penalización, de \$ 100. ¿En qué semana debería terminar el proyecto para quedar indiferente ante la condición del contrato?
- d) (11 ptos) Construya un algoritmo que utilice programación matemática que determinar: la ruta crítica, las holguras y la variabilidad de la ruta.

Respuesta de la Parte III Pregunta 3:



Cualquiera de las dos se puede considerar

Actividad	Predecesores	Tiempo Esperado (Semanas)	Desviacion Std. (Semanas)	ES	EF	LS	LF	H	Critica
A	-	2	0.25	0	2	1	3	1	
B	-	3	0.25	0	3	0	3	0	Si
C	A,B	1	0.5	3	4	3	4	0	Si
D	C	1	0.25	4	5	4	5	0	Si
E	C	1	0.25	4	5	5.25	6.25	1.25	
F	E	0.75	1	5	5.75	6.25	7	1.25	
G	D	1	0.25	5	6	5	6	0	Si
H	G	1	0.5	6	7	6	7	0	Si

Todo ok -> 100%

La tabla equivale a un 70% del puntaje total de esta pregunta

Continuación respuesta de la Parte III Pregunta 3:

Pregunta b

Se deben sumar varianzas

Varianza ruta critica = 0.6875

F() = (8-7)/Raiz(0.6875) = 1.21 En la tabla corresponde a 0.8869

Bono = ((1-0.8869)*150)/0.8869= 19.13

Correccion todo o nada. Si hay intento de acercarse a la solución considerar 20%

Pregunta c)

Razón= 100/(100+150)= 0.4 → En la tabla se busca 0.6 → es -0.25 Por ende la fecha es = 7-0.25*raíz(0.6875) = 6.79 semanas

Correccion todo o nada. Si hay intento de acercarse a la solución considerar 20%

Pregunta d)

x[j]	tiempo del evento correspondiente hasta que el nodo j ocurra
(i,j)	actividad entre nodos i y j
F	nodo final del proyecto

min z=x[F]-x[1]	minimizar el tiempo total
x[j]>=x[i]+t[i,j]	llegar al nodo j desde i, tarda t[i,j]

Para determinar ruta critica se pueden considerar el dual price -1

Otra forma de escribir el problema

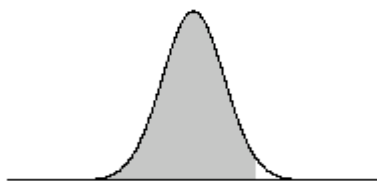
min $\sum_{\text{all arcs}} c_{ij}x_{ij}$

s.t. $\sum_j x_{ij} - \sum_k x_{ki} = b_i$ (for each node i in the network)

$L_{ij} \leq x_{ij} \leq U_{ij}$ (for each arc in the network)

Esta es una formulación pero se puede escribir con algoritmos de distinto tipo, por ej programación dinámica. Lo que haga sentido y este completo tiene 100%.

Si hay desprolijidad y poca claridad en la idea de resolución, considerar 0%.



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

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	.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

$Q_w = \sqrt{\frac{2C_0D}{C_h}}$

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

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

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

$R = d * L$

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

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

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

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

$EF = ES + t$

$LS = LF - t$

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

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

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