Simulación. Un enfoque práctico. Raúl Coss Bu / Limusa

Tabla 21. Simulación por computadora del sistema de colas durante 60 turnos y considerando diferentes tamaños de equipo.

Tamaño del equipo	*Salario normal*	*Salario extra*	*Ocio del camión*	*Operación del almacén*	*Costos totales*
3	$ 600	$421	$2,261	$6,121	$9,403
4	800	335	1,202	5,367	7,704
5	1,000	165	455	4,689	6,309
6	1,200	47	125	4,354	5,720

PROBLEMAS

5.1. El famoso juego 7-11, requiere que el jugador lance dos dados una o más veces hasta tomar la decisión de que se gana o se pierde el juego. El juego se gana si en el primer lanzamiento los dados suman 7 u 11, ó aparece un 4, 5, 6, 8, 9 ó 10 en el primer lanzamiento y la misma suma reaparece antes de que aparezca un 7. Por otra parte, el juego se pierde si en el primer lanzamiento los dados suman 2, 3 ó 12, ó aparece un 4, 5, 6, 8, 9 ó 10 en el primer lanzamiento y luego sale un 7 antes de que se repita el primer lanzamiento. Si el valor de la apuesta es de $1, y la ganancia cada vez que se gana un juego es de $1, ¿cuál sería la probabilidad de quiebra si la cantidad inicial disponible es de $20? (Asuma que el juego también se termina cuando se acumulan $50.)

5.2. En el famoso juego de la ruleta, existen muchas opciones para apostar. Una de ellas consiste en apostarle al color rojo o al color negro. En el tablero de la ruleta existen 10 números rojos, 10 números negros y 2 números verdes (cero y doble cero). Si un jugador apuesta a un color y el color aparece, él o ella gana la cantidad apostada. Si otro color aparece, el jugador pierde la cantidad apostada. Si el color verde aparece, la rueda de la ruleta se vuelve a girar hasta que el color rojo o negro aparezca. Si este color es el color que se apostó, el jugador no gana ni pierde. De otra forma, se pierde la cantidad apostada.

Dos jugadores usan diferentes estrategias. Un jugador simplemente apuesta $1 al color rojo cada vez. El otro jugador empieza apostando un $1 al color rojo. Si él gana, él apuesta otro $1. Sin embargo, si él pierde, él apuesta $2 la próxima vez. Si él pierde otra vez, él apuesta $4. Este jugador puede continuar doblando la apuesta hasta un límite de $500.00. Si él pierde esta apuesta de $500, él empieza apostando nuevamente $1.

Si cada jugador inicia el juego con $200, ¿cuál cree usted que es la mejor estrategia?

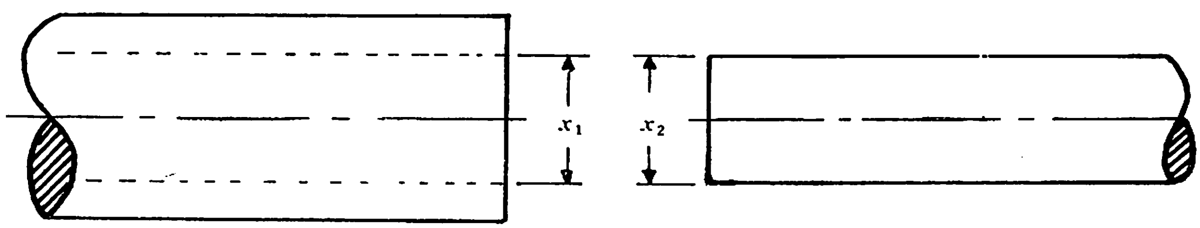
5.3. Una compañía de renta de autos, está tratando de determinar el número óptimo de autos a comprar. El costo promedio anual de un auto es de $75,000. Además, esta compañía ha recopilado las siguientes probabilidades de operación:

Número de autos rentados por día	0	1	2	3	4
Probabilidad	0.10	0.10	0.25	0.30	0.25

Número de días rentados por auto	1	2	3	4
Probabilidad	0.40	0.35	0.15	0.10

Si la renta diaria por auto es de $350, el costo de no tener un auto disponible cuando se está solicitando es de $200, y el costo de tener un carro ocioso durante un día es de $50, ¿cuál es la cantidad de autos que debería comprar la compañía? (Asuma que un auto que se renta por un día está disponible al día siguiente. También, asuma 365 días de operación al año.)

5.4. Una flecha será ensamblada en un cojinete como se muestra a continuación:



Si x_1 sigue una distribución normal con media 1.5 y variancia 0.0016, y X_2 sigue esta misma distribución con media 1.48 y variancia 0.0009, determine:

a) La probabilidad de que haya interferencia.

b) El número de veces que es necesario simular el experimento, si se quiere que la probabilidad de interferencia estimada difiera de su valor verdadero en menos de 0.01, con un nivel de seguridad del 95%.

5.5. La demanda diaria de un cierto artículo está regida por una distribución binomial con parámetros $n = 6$ y $\theta = 1/2$. El tiempo de entrega en días es una variable aleatoria poisson con $\lambda = 3$. El costo de mantener una unidad en inventario es de $1 por día, el costo del faltante es de $10 por unidad, y el costo de ordenar es de $50 por orden. Se desea comparar dos políticas para llevar el inventario: 1) Ordenar cada 8 días hasta tener 30 artículos en inventario y 2) Ordenar hasta 30 artículos cuando el nivel del inventario sea menor o igual a 10. Si se asume que las unidades faltantes en un ciclo son surtidas por la nueva orden que arriba en el próximo ciclo, ¿cuál de las dos políticas descritas es más económica?

5.6. Una compañía tiene un problema de mantenimiento con cierto equipo, que contiene 4 componentes electrónicos idénticos que son la causa del mismo, el cual consiste en que los componentes fallan frecuentemente, forzando a que el equipo se desconecte mientras se hace la reposición. Lo que se ha venido haciendo es reemplazar los componentes solamente cuando se descomponen. Sin embargo, existe una nueva proposición de hacer el reemplazo de los cuatro componentes cuando falle cualesquiera de ellos, con objeto de reducir la frecuencia de desconexión del equipo.

El tiempo de vida de un componente está normalmente distribuido con media de 600 horas y desviación estándar de 100 horas. También se sabe que es necesario desconectar el equipo 1 hora si se reemplaza un componente y 2 horas si se reemplazan los 4. Un componente nuevo cuesta $200 y se incurre en un costo de $100 por hora cada vez que se desconecta el equipo.

Determine cuál de las dos políticas anteriores es más económica (Simule la operación del equipo durante 20,000 horas).

5.7. Un vendedor de revistas compra mensualmente una revista el día primero de cada mes. El costo de cada ejemplar es de $1.50. La demanda de esta revista en los primeros 10 días del mes sigue la siguiente distribución de probabilidad:

Demanda	5	6	7	8	9	10	11
Probabilidad	0.05	0.05	0.10	0.15	0.25	0.25	0.15

Al final del décimo día, el vendedor puede regresar cualquier cantidad al proveedor, quien se las pagará a $0.90 el ejemplar, o comprar más a $1.20 el ejemplar. La demanda en los siguientes 20 días está dada por la siguiente distribución de probabilidad:

Demanda	4	5	6	7	8
Probabilidad	0.15	0.20	0.30	0.20	0.15

Al final del mes, el vendedor puede regresar al proveedor las revistas que le sobren, las cuales se le pagarán a $0.60 el ejemplar. Finalmente, se asume que después de un mes ya no existe demanda por parte del público, puesto que para ese entonces ya habrá aparecido el nuevo número de la revista. Si el precio al público es de \$2 por ejemplar, determine la política óptima de compra.

5.8. Una compañía desea entrar en un nuevo negocio cuya inversión inicial requerida y los ingresos netos anuales después de impuestos están distribuidos como sigue:

Inversión inicial	$\sim N\ (\mu = 100{,}000;\ \sigma = 5{,}000)$
Flujo neto del período t	$\sim N\ (\mu = 30{,}000;\ \sigma = 3{,}000)$

Si la administración ha establecido que un proyecto de inversión será emprendido si Prob. $\{TIR > TREMA\} \geq 0.90$, y la TREMA es de 30%, ¿debería la compañía X aceptar este nuevo proyecto de inversión? (Asuma un horizonte de planeación de 5 años y un valor de rescate al término de este tiempo de cero).

5.9. Una compañía está interesada en analizar un negocio cuya inversión inicial sigue la siguiente distribución triangular:

Estimación pesimista	Estimación más probable	Estimación optimista
−130,000	−100,000	−80,000

Esta inversión tiene una vida fiscal de 5 años, y un valor de rescate al término de este período distribuido triangularmente:

Estimación pesimista	Estimación más probable	Estimación optimista
16,000	20,000	26,000

La tasa de inflación en los próximos cinco años, está regida por la siguiente distribución triangular:

Estimación pesimista	Estimación más probable	Estimación optimista
25%	20%	15%

Finalmente, asuma que los ingresos netos de los próximos cinco años siguen la siguiente distribución uniforme:

Año	1	2	3	4	5
Flujos	20,000	30,000	40,000	50,000	60,000
Probabilidad	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5

Si la tasa de impuestos es de 50%, la TREMA de 20%, y la alta administración acepta un nuevo proyecto si Prob. $\{VPN > 0\} \geq 0.90$, ¿debería la compañía emprender este nuevo proyecto de inversión?

5.10. La demanda diaria y el tiempo de entrega de un cierto producto, siguen las siguientes distribuciones de probabilidad:

Demanda diaria	*Probabilidad*
0	0.04
1	0.06
2	0.10
3	0.20
4	0.30
5	0.18
6	0.08
7	0.03
8	0.01

Tiempo de entrega (días)	*Probabilidad*
1	0.25
2	0.50
3	0.20
4	0.05

La información con respecto a los costos relevantes es la siguiente:

Costo de ordenar = \$50/orden
Costo de inventario = \$26/unidad/año
Costo de faltante = \$25/unidad

Si el inventario inicial es de 15 unidades, ¿determine la cantidad óptima a ordenar (q) y el nivel óptimo de reorden (R)? (Asuma que se trabajan 260 días en el año.)

5.11. La demanda diaria y el tiempo de entrega de un cierto producto, siguen las siguientes distribuciones de probabilidad:

Demanda diaria	*Probabilidad*
25	0.02
26	0.04
27	0.06
28	0.12
29	0.20
30	0.24
31	0.15
32	0.10
33	0.05
34	0.02

Tiempo de entrega (días)	*Probabilidad*
1	0.20
2	0.30
3	0.25
4	0.25

Si el producto no está disponible cuando es requerido, el cliente puede esperar la llegada de un nuevo lote por un tiempo limitado, es decir, si el cliente decide esperar 2 días y la mercancía no llega en ese tiempo, entonces, la demanda de este cliente se considera perdida. La distribución de probabilidad del tiempo que un cliente está dispuesto a esperar para que se le surta su pedido, es la siguiente:

Tiempo de espera (días)	*Probabilidad*
0	0.40
1	0.20
2	0.15
3	0.15
4	0.10

La información con respecto a los costos relevantes es la siguiente:

Costo de ordenar = \$ 100/orden
Costo de inventario = \$ 52/unidad/año
Costo de faltante suponiendo que el cliente espera = \$20/unidad
Costo de faltante suponiendo que el cliente no espera = \$50/unidad

Si el inventario inicial es de 100 unidades, ¿determine la cantidad óptima a ordenar (q) y el nivel óptimo de reorden (R)? (Asuma que se trabajan 260 días en el año).

5.12 Se tiene un sistema de colas formado por dos estaciones en serie. Los clientes atendidos en la primera estación pasan en seguida a formar cola en la segunda. En la primera estación de servicio, la razón de llegadas sigue una distribución poisson con media de 20 clientes por hora, y el tiempo de servicio sigue una distribución exponencial con media de 2 minutos por persona. En la segunda estación, el tiempo de servicio está uniformemente distribuido entre 1 y 2 minutos. Para esta información, ¿cuál es el tiempo promedio en el sistema?, ¿cuál de las dos colas que se forman es mayor?

5.13. Un banco emplea 3 cajeros para servir a sus clientes. Los clientes arriban de acuerdo a un proceso poisson a una razón media de 40 por hora. Si un cliente encuentra todos los cajeros ocupados, entonces se incorpora a la cola que alimenta a todos los cajeros. El tiempo que dura la transacción entre un cajero y un cliente sigue una distribución uniforme entre 0 y 1 minuto. Para esta información, ¿cuál es el tiempo promedio en el sistema?, ¿cuál es la cantidad promedio de clientes en el sistema?

5.14. Una tienda pequeña tiene un lote de estacionamiento con 6 lugares disponibles. Los clientes llegan en forma aleatoria de acuerdo a un proceso poisson a una razón media de 10 clientes por hora, y se van inmediatamente si no existen lugares disponibles en el estacionamiento. El tiempo que un auto permanece en el estacionamiento sigue una distribución uniforme entre 10 y 30 minutos.

a) ¿Qué porcentaje de los clientes es perdido por no tener más lugares disponibles?
b) ¿Cuál es la probabilidad de encontrar un lugar disponible en el estacionamiento?
c) ¿Cuál es el porcentaje promedio de espacios disponibles?

5.15. Debido a un aumento en las ventas, cierta compañía manufacturera necesita más espacio en su fábrica. La solución que se ha propuesto es la construcción de un nuevo depósito para almacenar los productos terminados. Este depósito estaría localizado a 30 kilómetros del lugar donde está ubicada la planta. Además, de acuerdo a este nuevo plan, se requiere que al final del día se envíe al nuevo depósito, la producción terminada.

Por otra parte, se sabe de información pasada, que la producción diaria de esta compañía, sigue la siguiente distribución de probabilidad:

Producción diaria en toneladas	*Probabilidad*
50 - 55	0.10
55 - 60	0.15
60 - 65	0.30
65 - 70	0.35
75 - 80	0.08
80 - 85	0.02

También, se sabe que el tipo de camiones que se deben utilizar para trasladar esta producción, tienen una capacidad media de carga de 5 toneladas. La cantidad de viajes que se pueden realizar cada día (jornada de 8 horas), depende del tiempo de carga y de descarga, como también del tiempo que se requiere para recorrer los treinta kilómetros entre la planta y el depósito. Consecuentemente, la cantidad de producto terminado que un camión puede transladar de la planta al depósito, es una variable aleatoria cuya distribución de probabilidad es la siguiente:

Toneladas diarias transladadas por camión	*Probabilidad*
4.0 - 4.5	0.30
4.5 - 5.0	0.40
5.0 - 5.5	0.20
5.5 - 6.0	0.10

Si la cantidad diaria producida es mayor que la cantidad que puede transladar la flotilla de camiones, el excedente es enviado a través de otra compañía transportista a un costo de $100 por tonelada. Además, el costo promedio anual de un nuevo camión es de $100,000. Si se trabajan 250 días en el año, ¿cuál es el número óptimo de camiones que esta compañía debe de adquirir?

5.16. Una cierta compañía posee un gran número de máquinas en uso. El tiempo que dura en operación cada una de estas máquinas, sigue la siguiente distribución de probabilidad:

Tiempo entre descomposturas (horas)	*Probabilidad*
6 - 8	0.10
8 - 10	0.15
10 - 12	0.24
12 - 14	0.26
16 - 18	0.18
18 - 20	0.07

El tiempo que un operador se tarda en reparar una máquina, sigue la siguiente distribución de probabilidad:

Tiempo de reparación (horas)	*Probabilidad*
2 - 4	0.15
4 - 6	0.25
6 - 8	0.30
8 - 10	0.20
10 - 12	0.10

Si el costo de tener una máquina ociosa durante una hora es de $500, y el salario por hora para este tipo de operarios es de $50, ¿cuántas máquinas se deben asignar a cada mecánico para que las atienda?

Sugerencia: Minimice el costo de tener la máquina ociosa, más el salario del mecánico dividido por el número de máquinas atendidas.

5.17. Una cadena de supermercados es abastecida por un almacén central. La mercancía que llega a este almacén es descargada en turnos nocturnos. Los camiones que se descargan en este almacén llegan en forma aleatoria de acuerdo a un proceso poisson a una razón media de 2 camiones por hora. El tiempo que un equipo de tres trabajadores se tarda en descargar un camión, sigue una distribución uniforme entre 20 y 30 minutos. Si el número de trabajadores en el equipo se incrementa, entonces, la razón de servicio se incrementa. Por ejemplo, si el equipo está formado por 4 trabajadores, el tiempo de servicio está uniformemente distribuido entre 15 y 25 minutos; si el equipo está formado por 5 trabajadores, el tiempo de servicio está uniformemente distribuido entre 10 y 20 minutos y si el equipo está formado por 6 trabajadores, el tiempo de servicio está uniformemente distribuido entre 5 y 15 minutos. Cada trabajador recibe $25 por hora durante el turno nocturno de ocho horas. El costo de tener un camión esperando se estima en $50 por hora. ¿El administrador del almacén desea saber cuál es el tamaño óptimo del equipo?