

Método de Monte Carlo

El uso de la simulación por el método de Monte Carlo se remonta a fines de 1940, cuando John von Neumann y Stanislaw Ulam acuñaron el término “análisis de Monte Carlo” para aplicarlo a una técnica que utilizaban para resolver ciertos problemas que eran demasiado costosos para resolverlos experimentalmente o demasiado complejos para resolverlos analíticamente.

El análisis de Monte Carlo involucra la solución de un problema probabilístico, mediante la simulación de un proceso estocástico cuya distribución de probabilidad satisface las relaciones matemáticas del problema.

Recibió el nombre de Monte Carlo en referencia al casino de Monte Carlo, el cual se encuentra en Mónaco.

Ejercitación de Método de Monte Carlo aplicado a Sistemas de Inventario

1) Juegos de amortiguadores

Luego de una entrevista con los dueños de una empresa de refacción de autos y camiones en la que se efectuó una revisión de la documentación pertinente, se determinó la demanda semanal de juegos de amortiguadores de autos Chevrolet y el número de semanas desde que se coloca el pedido hasta que se entregan los juegos de amortiguadores.

Demanda	Probabilidad	Prob.Acumulada
1	0.05	0.05
2	0.25	0.30
3	0.35	0.65
4	0.20	0.85
5	0.15	1.00

Cuadro 1

Según la opinión de los dueños, la demanda semanal de juegos de amortiguadores de este tipo de automóvil, sigue la demanda expresada en el cuadro 1.

Demora	Probabilidad	Prob.Acumulada
2	0.20	0.20
3	0.50	0.70
4	0.20	0.90
5	0.10	1.00

Cuadro 2

Respecto al tiempo que transcurre entre la colocación de un pedido y la entrega de la mercancía por parte del proveedor, estiman que fluctúa entre dos y cinco semanas, como se muestra en el cuadro 2.

Se deberá simular el modelo de inventario, considerando un punto de reposición R de 5 juegos, el tamaño del pedido Q de 10 juegos, y la existencia en inventario (stock inicial) en 15 juegos de amortiguadores.

Considerar los costos asociados a efectuar un pedido, en un importe de \$200.000. El costo por escasez de producto (stock-out) se considerará en \$10.000 por cada juego de amortiguadores faltante por semana; y por cada juego almacenado en stock al final de la semana, se considera un costo de mantenimiento de \$15.000.

- Calcular el costo semanal promedio para los parámetros establecidos (simular 10 semanas).
- Verificar si mejora la situación en caso de disminuir el tamaño del lote Q a 7 juegos.
- Verificar qué sucede si además de lo mencionado en el punto (b) se reduce el punto de reposición R a 4 juegos de amortiguadores.

Números aleatorios: 89 93 51 70 98 48 26 79 44 61 (demanda)
 48 15 19 24 66 91 05 16 34 71 (reposición)

2) Empresa genérica

Una empresa tiene un tamaño de lote de pedido de **15** unidades, y un punto de reposición de **7** unidades.

Los costos son los siguientes en todos los casos: de pedido **\$600** por orden; de mantenimiento **\$40** por unidad; por faltante **\$90** por unidad.

La demanda y la reposición tienen la siguiente distribución de probabilidad:

Demanda (sem)	Probabilidad	
3	0,06	
4	0,13	
5	0,21	
6	0,27	
7	0,33	

Demora (sem)	Probabilidad	
1	0,43	
2	0,32	
3	0,25	

Simular durante 9 semanas y suponer un stock inicial de **15** unidades. *¿Cuál es el costo semanal promedio?*

Números aleatorios: **12 67 77 34 50 61 02 55 98 22 54 39 (demanda)**
 56 97 12 45 53 43 27 84 61 74 70 33 (reposición)

3) Fraccionadora de aceite

Una empresa fraccionadora y envasadora de aceite para máquinas industriales desea reconsiderar su mecanismo de aprovisionamiento. Para eso experimentaría un cambio en el tamaño y frecuencia de los pedidos, realizando un pedido de 6 barriles cuando haya 2 en existencia.

El costo diario de mantener un barril almacenado es de \$220, por cada barril diario que no puede procesar pierde \$400, y cada orden de compra implica un costo de \$1000.

Resultado de la revisión de las órdenes de compra, se advierte que los pedidos realizados demoraron un día en 8 oportunidades, dos días en 16 oportunidades, 3 días en 12 y 4 veces demoraron 4 días.

Un análisis de las ventas recientes, indicó que fue necesario procesar 5 barriles en 6 días diferentes, 18 días se procesaron 4 barriles, 40 días se procesaron 3, 24 días 2 barriles y un barril se procesó en 12 oportunidades.

Ud. deberá aconsejarle al dueño de la empresa si debe efectivizar el cambio propuesto o no, siendo que costo promedio actual es de \$1050 diarios. (Considere un stock inicial de 4 barriles, sin que estos impliquen costo inicial alguno y simule 12 días).

Demanda: 44, 13, 98, 71, 39, 80, 24, 94, 06, 62, 58, 90, 29, 11

Reposición: 52, 70, 83, 22, 03, 33, 95, 34, 76, 02, 86, 30

4) Moreno Insumos

Un local que se dedica a la venta de artículos e insumos para oficinas. Su ítem más vendido es el DVD virgen.

Los DVDs son adquiridos a un distribuidor mayorista de la Capital Federal, en lotes de 9 paquetes cilíndricos; cada paquete contiene 100 DVDs. Cada vez que se hace un pedido, el lote demora 1 semana en llegar, pero le insume a Moreno \$800 en costos de transporte.

Durante las últimas 10 semanas, la demanda de DVDs estuvo entre 0 y 200 DVDs en una ocasión, entre 200 y 400 DVDs en dos ocasiones, entre 400 y 600 DVDs en 4 ocasiones, y tres veces estuvo entre 600 y 800 DVDs. En todos los casos con una distribución uniforme.

Actualmente los pedidos al proveedor se hacen cuando el stock de DVDs es de 200 unidades o menos. En las ocasiones en que el stock no alcanza a cubrir la demanda, se debe recurrir a "Neyra" (la competencia) para cubrir el faltante, lo que genera un costo extra de \$0,50 centavos por unidad. Debido al escaso espacio físico del local, los DVDs insumen un costo de mantenimiento de \$ 0,30 por unidad, por semana.

Un amigo del dueño, le sugiere que haga pedidos de 7 paquetes, cuando el stock sea de 150 DVDs o menos, pero si el stock se agota, que el pedido sea de 10 paquetes. *Simular durante 8 semanas, y averiguar si se debería aplicar la sugerencia. Actualmente el costo promedio semanal es de \$400,00. Considerar un stock inicial de 700 DVDs.*

RND (demanda): 31, 75, 45, 11, 08, 39, 55, 21.

RND (dist.uniforme): 35, 21, 88, 29, 24, 02, 49, 70.

5) Muebles de hogar

Una empresa de venta de muebles de hogar, necesita decidir si debe modificar su política de reaprovisionamiento para un producto específico de su inventario: sillones de tres cuerpos. La empresa hace pedidos directamente a la fábrica, la cual tiene una demora en entregar el producto ya que no trabaja con stock propio.

Las demoras pueden ser de 1, 2 o 3 días, con una probabilidad de 30%, 50% y 20% respectivamente.

Se sabe que, entre el 1 de marzo y el 14 de marzo, la demanda diaria de sillones fue de 1 unidad en 2 ocasiones, de 2 unidades en 3 ocasiones, 3 unidades en 3 ocasiones, de 4 unidades en 2 ocasiones.

Además, se tienen los datos de facturación del periodo comprendido desde el 15 de marzo al 29 de marzo (ver Tabla 1).

Actualmente, los costos operativos de cada pedido que se realiza a la fábrica ascienden a \$2500, en tanto los costos de almacenamiento de cada sillón, son de \$200 por día.

Si por alta demanda o falta de stock, en un día determinado no se puede cumplir con la demanda, se considera un costo de \$150 por cada unidad no vendida.

Fecha	Unidades vendidas
15 de Marzo	3
16 de Marzo	2
17 de Marzo	2
18 de Marzo	4
21 de Marzo	5
22 de Marzo	1
23 de Marzo	3
25 de Marzo	4
28 de Marzo	3
29 de Marzo	3

Tabla 1 - Facturación diaria 15/03 al 29/03

La política actual le reporta un costo promedio diario de \$1500. La empresa desea averiguar si con lotes de 10 unidades y un punto de reposición de 6 unidades podría bajar dicho costo. Para esto simular durante 12 días, con un stock inicial de 10 unidades.

Números aleatorios:

Demanda: 45, 69, 25, 88, 97, 12, 78, 57, 81, 32, 19, 24
Demora: 66, 85, 24, 70, 45, 78, 26, 34, 67, 99, 45, 67

6) Accesorios para autos

Una empresa se dedica a la venta accesorios alternativos para autos. Conserva un stock muy pequeño en su almacén, y generalmente debe hacer pedidos a Buenos Aires. Actualmente su punto de reposición es de 5 unidades. Las ventas de los últimos 30 días indican que la demanda fue de 3 unidades en 12 ocasiones, 4 unidades en 9 ocasiones, 5 unidades en 6 ocasiones y de 6 unidades en 3 ocasiones.

Los envíos de mercadería son transportados por tren desde Buenos Aires a la ciudad de Rosario, allí quedan en depósito durante un día y luego son trasladados a la ciudad de Córdoba. Los envíos demoran 1 día en recorrer cada tramo. En el tramo Buenos Aires – Rosario, existe un 15% de posibilidad de que el tren tenga una falla mecánica, y el envío demore un día extra en llegar, mientras que en el tramo Rosario – Córdoba, por la falta de mantenimiento de las vías, la posibilidad es aún mayor, siendo esta del 30%. Esta situación produce que los envíos de mercadería entre Bs. As. y Córdoba demoren 3, 4 o hasta 5 días.

Si la empresa tiene un costo de almacenamiento diario de \$200 por unidad, un costo de pedido de \$1000 y un costo de stock-out de \$150 por unidad, ¿cuál será el costo promedio diario que tendrá, si efectúa pedidos con lotes de 8 unidades?

Simular durante 10 días.

Además: obtener la distribución de probabilidad de las demoras en los pedidos en base a los datos provistos.

Números aleatorios:

Bs.As. – Rosario: 15, 26, 06, 65, 42, 13, 67, 45, 37, 91
Rosario – Córdoba: 35, 29, 55, 24, 67, 25, 31, 11, 94, 85
Demanda: 15, 66, 75, 81, 24, 68, 12, 09, 33, 57

9) Fábrica de automóviles

Una empresa automotriz nacional se dedica a la fabricación de automóviles. Los mismos están compuestos en un 80% de partes que deben ser importadas. Actualmente existen problemas y demoras en el reaprovisionamiento de dichas partes, principalmente dos componentes, que se denominarán componente A y componente B. Ambos son necesarios para poder ensamblar un automóvil.

Los automóviles tienen una demanda diaria descrita en la siguiente tabla:

Demanda diaria (automóviles)	Probabilidad
10	0,40
20	0,25
30	0,20
40	0,15

Por cada automóvil demandado, implica una necesidad de 2 unidades del componente A y 1 unidad del componente B.

Los componentes A y B tienen la misma demora en su traslado desde el fabricante hasta la aduana argentina, y se piden en simultáneo, es decir, no se piden por separado los componentes A y B, sino que siempre forman parte de un mismo pedido. La probabilidad de la demora está dada por la siguiente tabla:

Demora (días)	Probabilidad
3	0,10
4	0,15
5	0,50
6	0,25

Una vez que los componentes arriban a la aduana, los mismos deben pasar por dos trámites de importación. Uno ante la secretaría de comercio y otro ante la administración federal de ingresos públicos.

La demora de estos trámites en dichos organismos está dada por las siguientes tablas de probabilidad:

AFIP	
Demora (días)	Probabilidad
5	0,40
7	0,35
9	0,25

Secretaría de comercio	
Demora (días)	Probabilidad
5	0,20
10	0,50
15	0,30

Los trámites de autorización de importaciones no pueden comenzar antes de que los componentes arriben a la aduana, pero ambos trámites comienzan en paralelo, por lo que se debe considerar al trámite que demore más tiempo, para poder contar la mercadería en el stock.

Considerar un tamaño de lote de pedido $Q_A = 600$ unidades y de $Q_B = 300$ unidades (utilizar estos valores como stock inicial). Considerar un punto de reposición R_A de 200 y R_B de 150. El pedido de ambos componentes debe efectuarse si cualquiera de los dos queda igual o por debajo de sus respectivos puntos de reposición.

Se debe informar el costo promedio diario, el valor máximo y mínimo de costo detectado.

10) Proveedor extranjero

Una empresa comercializa un producto que adquiere en un proveedor extranjero, lo cual le está generando incertidumbre en cuanto al reaprovisionamiento del stock.

Actualmente la demanda es predecible ya que se cuenta con información previa sobre el comportamiento de la misma. Los valores posibles para la demanda diaria son: 100 (30% de las ocasiones); 200 (25%); 300 (20%); 400 (15%); 500 (10%).

La demora en la reposición, desde que se genera un pedido hasta que el mismo ingresa al stock, tiene el siguiente comportamiento:

Días de demora	Probabilidad
Entre 1 y 10	0,20
Entre 11 y 20	0,40
Entre 21 y 30	0,30

Si la demora es entre 1 y 10 días, la misma sigue una distribución uniforme. En cambio, si la misma resultara entre 11 y 20, dentro de este rango la demora sigue una distribución exponencial negativa con media de 13 días. Por último, si la demora resultara entre 21 y 30 días, la misma sigue una distribución normal de media 25 días y desviación estándar de 5 días.

Se deberá ignorar cualquier valor fuera de su rango válido para el caso de las distribuciones estadísticas. Se deberá truncar la demora a valores enteros una vez calculada. Tener en cuenta que debe ser posible una demora de 10 días.

Teniendo en cuenta un tamaño de lote de pedido Q de 1500 unidades y un punto de reposición R de 750 unidades (utilizar el valor de Q como stock inicial), informar el costo promedio diario, el valor máximo y mínimo de costo detectado.