

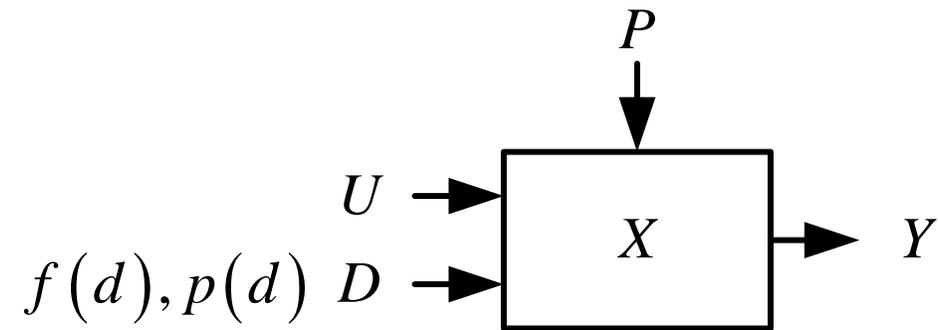


Simulación de Monte Carlo Parte I

Enrique E. Tarifa, Facultad de Ingeniería, UNJu

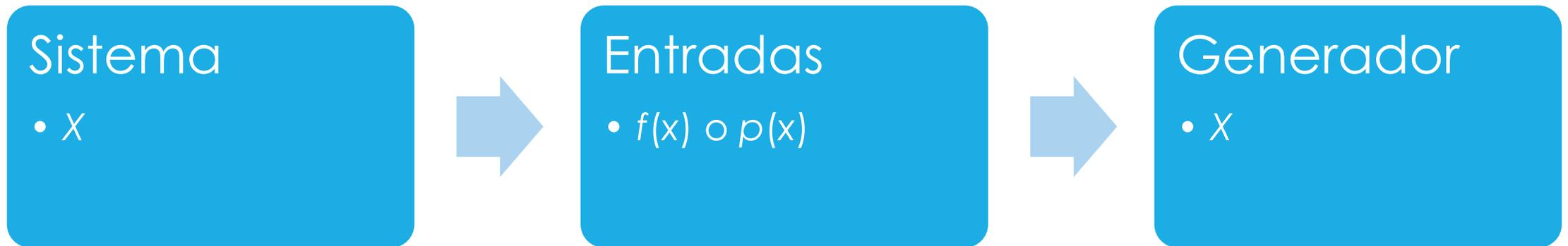
Clasificación de variables

- Parámetros (P)
- Variables de entrada:
 - Manipulables (U)
 - Perturbación (D)
- Variables de salida (Y)
- Variables internas (I)
- Variables de estado ($X \subseteq I$)



- Tiempo entre arribos de clientes
- Tipo de operación
- Monto de la operación

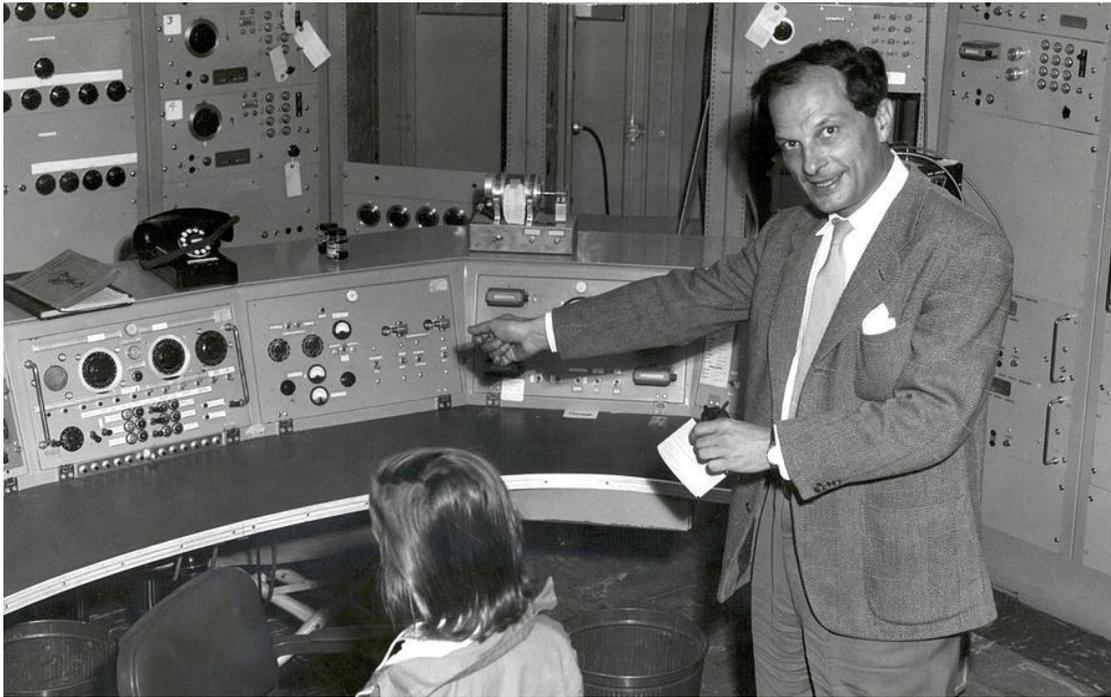
Estrategia



- Se atenúan errores de muestreo.
- Se puede generar cualquier cantidad de números.
- Se puede repetir una secuencia generada.

Simulación de Monte Carlo

Simulación de Monte Carlo



Stanislaw Ulam (1946)

JOURNAL OF THE AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION

Number 257

SEPTEMBER 1949

Volume 44

THE MONTE CARLO METHOD

NICHOLAS METROPOLIS AND S. ULAM
Los Alamos Laboratory

We shall present here the motivation and a general description of a method dealing with a class of problems in mathematical physics. The method is, essentially, a statistical approach to the study of differential equations, or more generally, of integro-differential equations that occur in various branches of the natural sciences.

ALREADY in the nineteenth century a sharp distinction began to appear between two different mathematical methods of treating physical phenomena. Problems involving only a few particles were studied in classical mechanics, through the study of systems of ordinary differential equations. For the description of systems with very many particles, an entirely different technique was used, namely, the method of statistical mechanics. In this latter approach, one does not concentrate on the individual particles but studies the properties of *sets of particles*. In pure mathematics an intensive study of the properties of sets of points was the subject of a new field. This is the so-called theory of sets, the basic theory of integration, and the twentieth century development of the theory of probabilities prepared the formal apparatus for the use of such models in theoretical physics, i.e., description of properties of aggregates of points rather than of individual points and their coordinates.

Soon after the development of the calculus, the mathematical apparatus of partial differential equations was used for dealing with the problems of the physics of the continuum. Hydrodynamics is the most widely known field formulated in this fashion. A little later came the treatment of the problems of heat conduction and still later the field theories, like the electromagnetic theory of Maxwell. All this is very well known. It is of course important to remember that the study of the

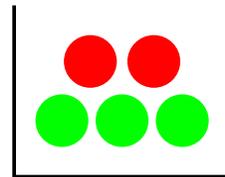
Casino de Montecarlo (Mónaco)



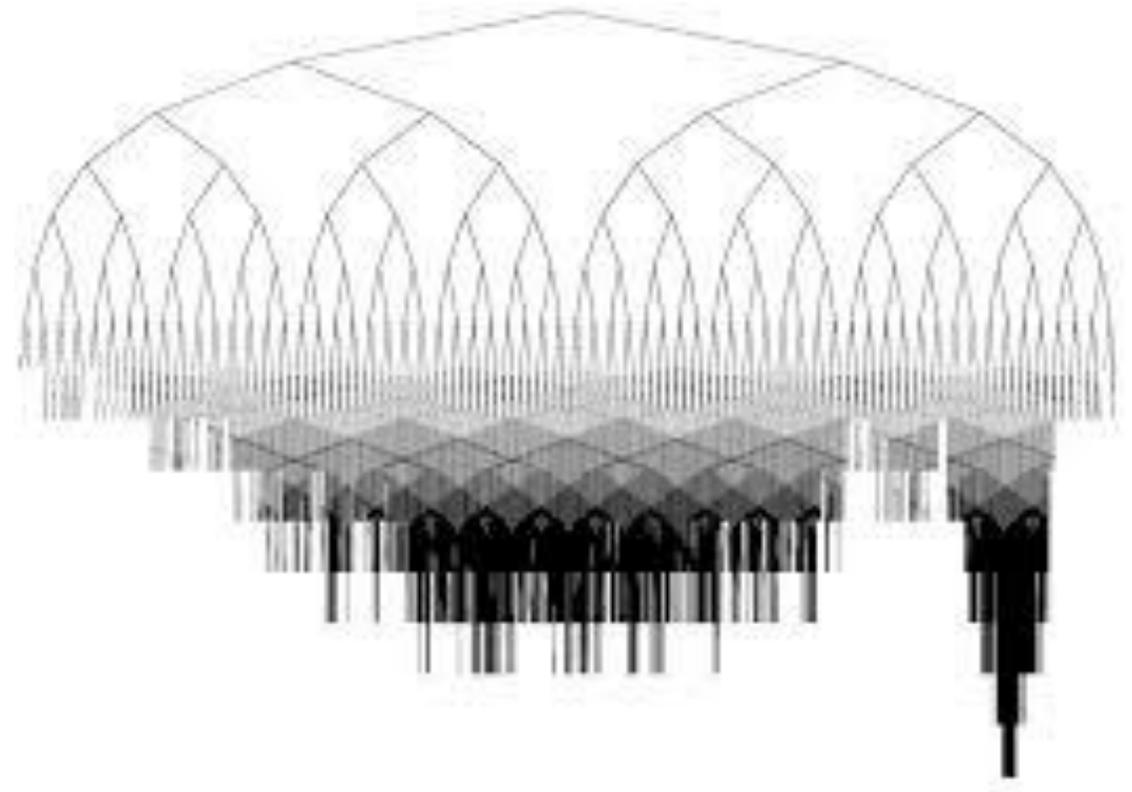
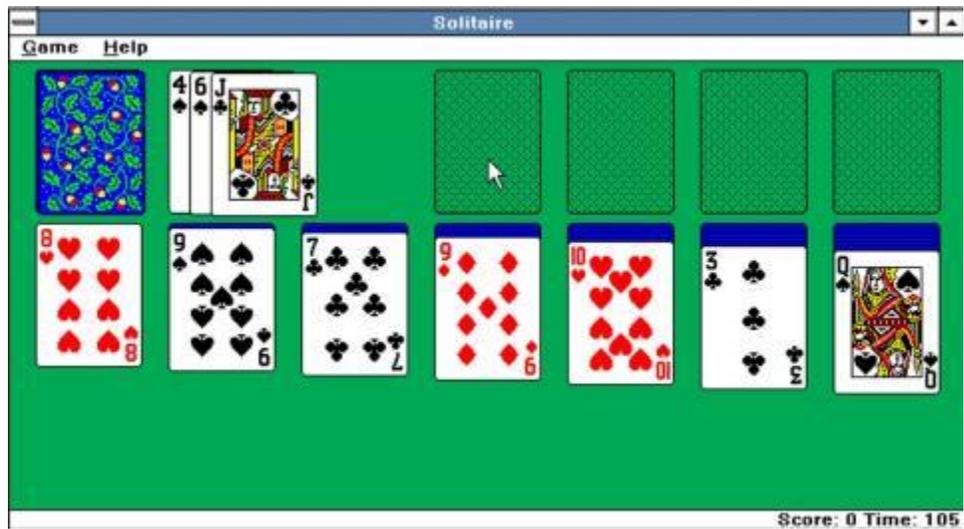
Le casino de Monte-Carlo

Método analítico

- Gana si de dos bolillas extraídas solo una es verde.
- ¿Qué relación existe entre el premio y el precio del turno?
- $P = 3/10 + 3/10 = 6/10$
- $\text{precio} > \text{costo} = P \text{ premio}$
- $\text{premio} = 10000$
- $\text{precio} > 6/10 * 10000 = 6000$

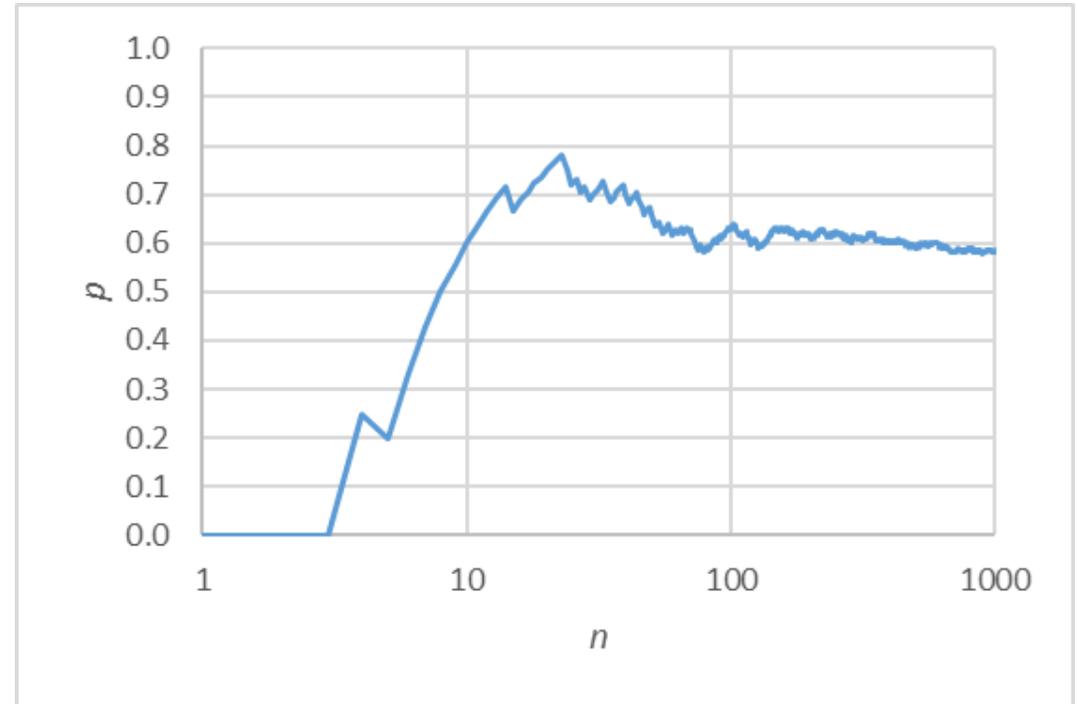


El solitario



Simulación de Monte Carlo

- Jugar n veces
- Determinar la cantidad de casos g ganados.
- Estimar la probabilidad de ganar como $p = g/n$
- Aumentar n hasta estabilizar el resultado.



Simulación de Monte Carlo

- El tiempo en que ocurren los eventos se conoce o no interesa.
- Regla de Laplace:
 - Si todos los sucesos son equiprobables:

$$P(A) = \frac{\text{Número de casos favorables}}{\text{Número de casos posibles}}$$

Etapas de la simulación

Simulación de Monte Carlo

Modelado

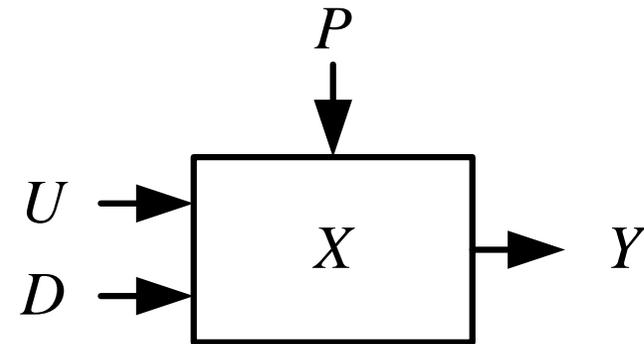
- Generadores
- Modelo

Simulación

- Tabla X, Y

Análisis

- Distribuciones
- Intervalos de confianza



- Variables inciertas: P, D, X_0 .
- Salidas: X, Y

Simulación de Monte Carlo

Modelado

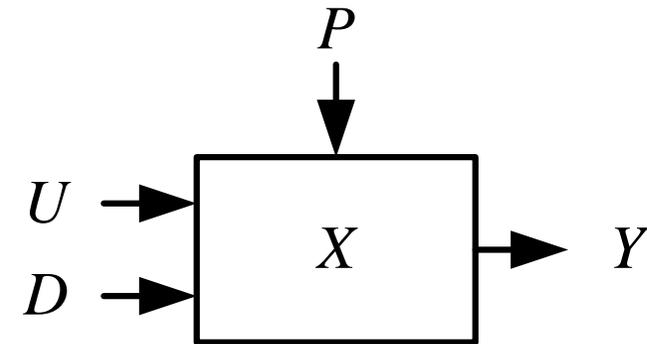
- Generadores
- Modelo

Simulación

- Tabla X, Y

Análisis

- Distribuciones
- Intervalos de confianza



- Variables inciertas: P, D, X_0 .
- Salidas: X, Y

Simulación de Monte Carlo

Modelado

1. Construir el modelo del sistema.
2. Clasificar variables.
3. Modelar cada $D \rightarrow f(d)$ o $p(x)$.
4. Construir un generador para cada D .

Modelo

1. 1° bolilla: B3
=SI(ALEATORIO() $<$ 3/5,1,0)
2. 2° bolilla: C3
=SI(ALEATORIO() $<$ (3-B3)/4,1,0)
3. Gané: D3
=SI(B3+C3=1,1,0)

Donde lo que se hace con D , se debe hacer con todas las variables inciertas.

Simulación de Monte Carlo

Modelado

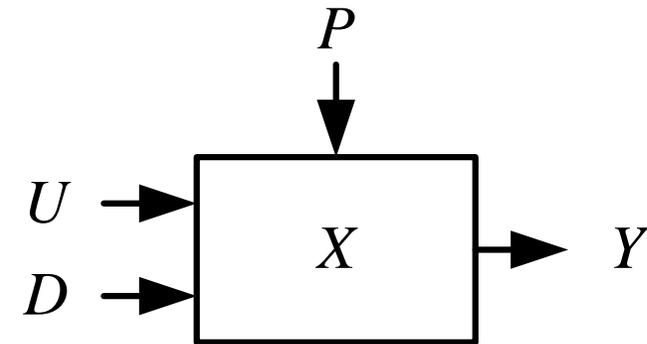
- Generadores
- Modelo

Simulación

- Tabla X, Y

Análisis

- Distribuciones
- Intervalos de confianza



- Variables inciertas: P, D, X_0 .
- Salidas: X, Y

Simulación de Monte Carlo

Simulación

1. Para cada D , generar un valor empleando su generador.
2. Evaluar el modelo para determinar X e Y .
3. Agregar los valores calculados a la tabla de resultados.
4. Si no se cumple el criterio de finalización, ir al punto 1.

Corridas

Juego	1° bolilla	2° bolilla	Gané
1	0	1	1
2	1	1	0
3	0	1	1
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	1	1
7	1	0	1
8	0	0	0

Simulación de Monte Carlo

Modelado

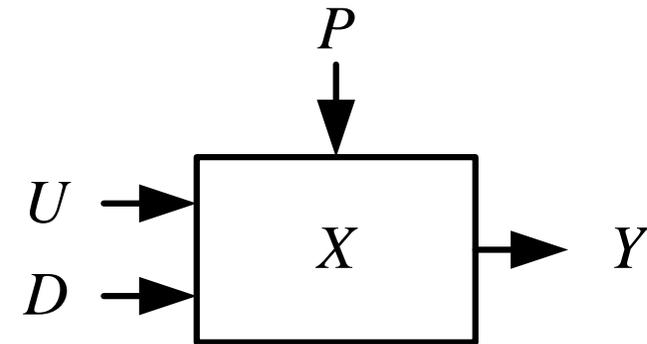
- Generadores
- Modelo

Simulación

- Tabla X, Y

Análisis

- Distribuciones
- Intervalos de confianza



- Variables inciertas: P, D, X_0 .
- Salidas: X, Y

Simulación de Monte Carlo

Análisis

1. Modelar las variables X e Y .
2. Determinar el valor medio y la varianza para X e Y .
3. Determinar los intervalos de confianzas de las variables y de sus promedios.

Resultados

Juego	1° bolilla	2° bolilla	Gané
1	0	1	1
2	1	1	0
3	0	1	1
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	1	1
7	1	0	1
8	0	0	0

Monte Carlo Bolillas Verdes.xlsm

Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Complementos Analizar datos

F4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Bolillas												
2	Juego	1° bolilla	2° bolilla	Gané		Gana cuando de dos bolillas solo una es verde.							
3	1	0	1	1		Inicialmente, se tienen 3 verdes y 2 rojas							
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

Archivos Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda

Biblioteca de funciones: Insertar función, Autosuma, Usado recientemente, Financieras, Lógicas, Texto, Fecha y hora, Restablecer, Diagnósticos, Inicialización, Python (versión preliminar)

Nombres definidos: Administrador de nombres, Asignar nombre, Utilizar en la fórmula, Crear desde la selección

Auditoría de fórmulas: Rastrear precedentes, Rastrear dependientes, Quitar flechas, Ventana Inspección

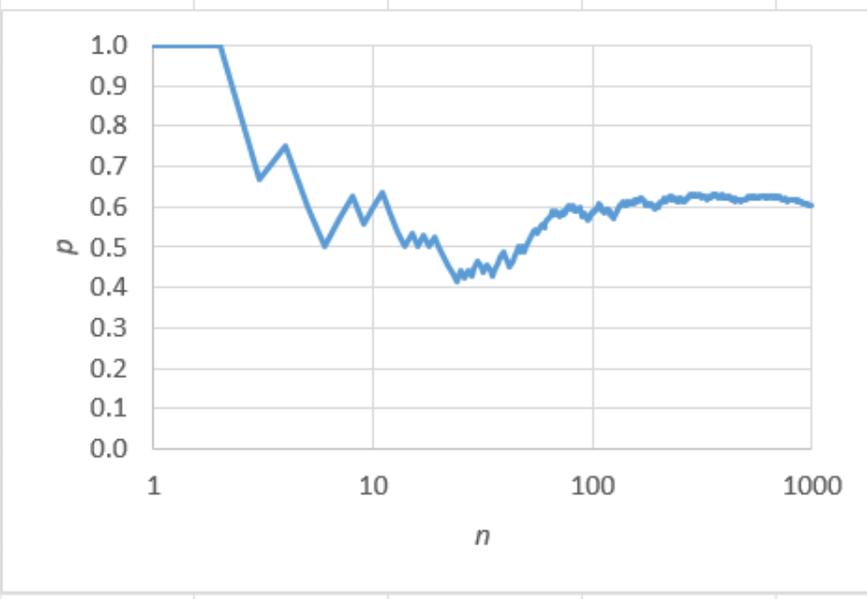
Cálculo: Opciones para el cálculo

F4

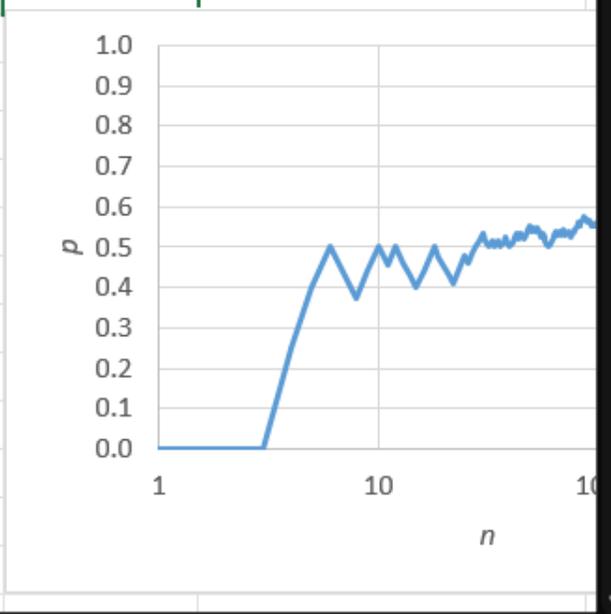
	A	B	C	D	E	F	G
1	Bolillas						
2	Juego	1° bolilla	2° bolilla	Gané		Gana cuando de dos bolilla	
3	1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B3)/4,1,0)	=SI(B3+C3=1,1,0)		Inicialmente, se tienen 3 ve	
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							

	A	B	C	D	E	F	G
1	Bolillas						
2	Juego	1° bolilla	2° bolilla	Gané	Suma	P	
3	1	1	0	1	1	1.00	
4	2	0	1	1	2	1.00	
5	3	0	0	0	2	0.67	
6	4	0	1	1	3	0.75	
7	5	1	1	0	3	0.60	
8	6	0	0	0	3	0.50	
9	7	1	0	1	4	0.57	
10	8	1	0	1	5	0.63	
11	9	1	1	0	5	0.56	
12	10	0	1	1	6	0.60	
13	11	1	0	1	7	0.64	
14	12	0	0	0	7	0.58	
15	13	1	1	0	7	0.54	
16	14	0	0	0	7	0.50	
17	15	0	1	1	8	0.53	
18	16	1	1	0	8	0.50	
19	17	0	1	1	9	0.53	
20	18	1	1	0	9	0.50	
21	19	0	1	1	10	0.53	

Parámetro	Gané
Promedio	0.61
Varianza	0.24
Des. Est.	0.49
Mínimo	0.00
Máximo	1.00
n	1000



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	=Un j								
2	Juego	1° bolilla	2° bolilla	Gané	Suma	P		Parámetro	Gané
3	1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B3)/4,1,0)	=SI(B3+C3=1,1,0)	=D3	=E3/A3		Promedio	=PROMEDIO(D3:D1002)
4	=A3+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B4)/4,1,0)	=SI(B4+C4=1,1,0)	=E3+D4	=E4/A4		Varianza	=VAR.S(D3:D1002)
5	=A4+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B5)/4,1,0)	=SI(B5+C5=1,1,0)	=E4+D5	=E5/A5		Des. Est.	=DESVEST.M(D3:D1002)
6	=A5+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B6)/4,1,0)	=SI(B6+C6=1,1,0)	=E5+D6	=E6/A6		Mínimo	=MIN(D3:D1002)
7	=A6+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B7)/4,1,0)	=SI(B7+C7=1,1,0)	=E6+D7	=E7/A7		Máximo	=MAX(D3:D1002)
8	=A7+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B8)/4,1,0)	=SI(B8+C8=1,1,0)	=E7+D8	=E8/A8		n	=MAX(A:A)
9	=A8+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B9)/4,1,0)	=SI(B9+C9=1,1,0)	=E8+D9	=E9/A9			
10	=A9+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B10)/4,1,0)	=SI(B10+C10=1,1,0)	=E9+D10	=E10/A10			
11	=A10+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B11)/4,1,0)	=SI(B11+C11=1,1,0)	=E10+D11	=E11/A11			
12	=A11+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B12)/4,1,0)	=SI(B12+C12=1,1,0)	=E11+D12	=E12/A12			
13	=A12+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B13)/4,1,0)	=SI(B13+C13=1,1,0)	=E12+D13	=E13/A13			
14	=A13+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B14)/4,1,0)	=SI(B14+C14=1,1,0)	=E13+D14	=E14/A14			
15	=A14+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B15)/4,1,0)	=SI(B15+C15=1,1,0)	=E14+D15	=E15/A15			
16	=A15+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B16)/4,1,0)	=SI(B16+C16=1,1,0)	=E15+D16	=E16/A16			
17	=A16+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B17)/4,1,0)	=SI(B17+C17=1,1,0)	=E16+D17	=E17/A17			
18	=A17+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B18)/4,1,0)	=SI(B18+C18=1,1,0)	=E17+D18	=E18/A18			
19	=A18+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B19)/4,1,0)	=SI(B19+C19=1,1,0)	=E18+D19	=E19/A19			
20	=A19+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B20)/4,1,0)	=SI(B20+C20=1,1,0)	=E19+D20	=E20/A20			
21	=A20+1	=SI(ALEATORIO()<3/5,1,0)	=SI(ALEATORIO()<(3-B21)/4,1,0)	=SI(B21+C21=1,1,0)	=E20+D21	=E21/A21			



Simulación con Excel

Simulación de Monte Carlo

Modelado

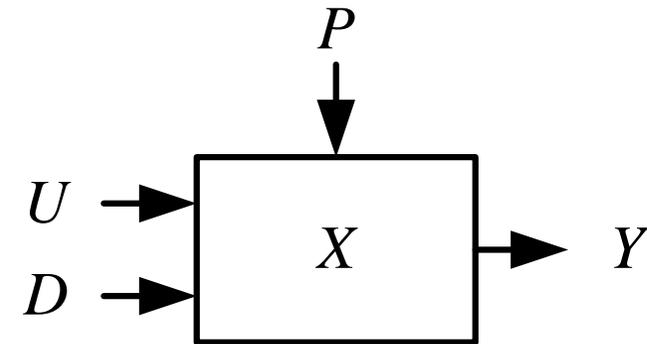
- Generadores
- Modelo

Simulación

- Tabla X, Y

Análisis

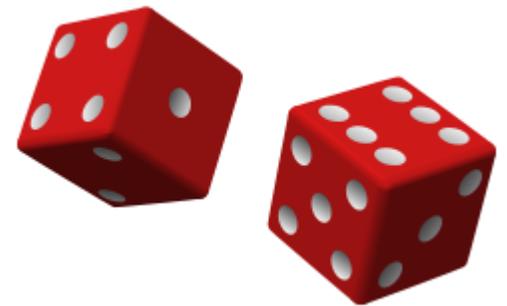
- Distribuciones
- Intervalos de confianza



- Variables inciertas: P, D, X_0 .
- Salidas: X, Y

Juego de la suma de dos dados

Se lanzan dos dados simultáneamente. Luego, se suman los resultados de ambos dados. ¿A qué número apostaría como resultado de la suma?

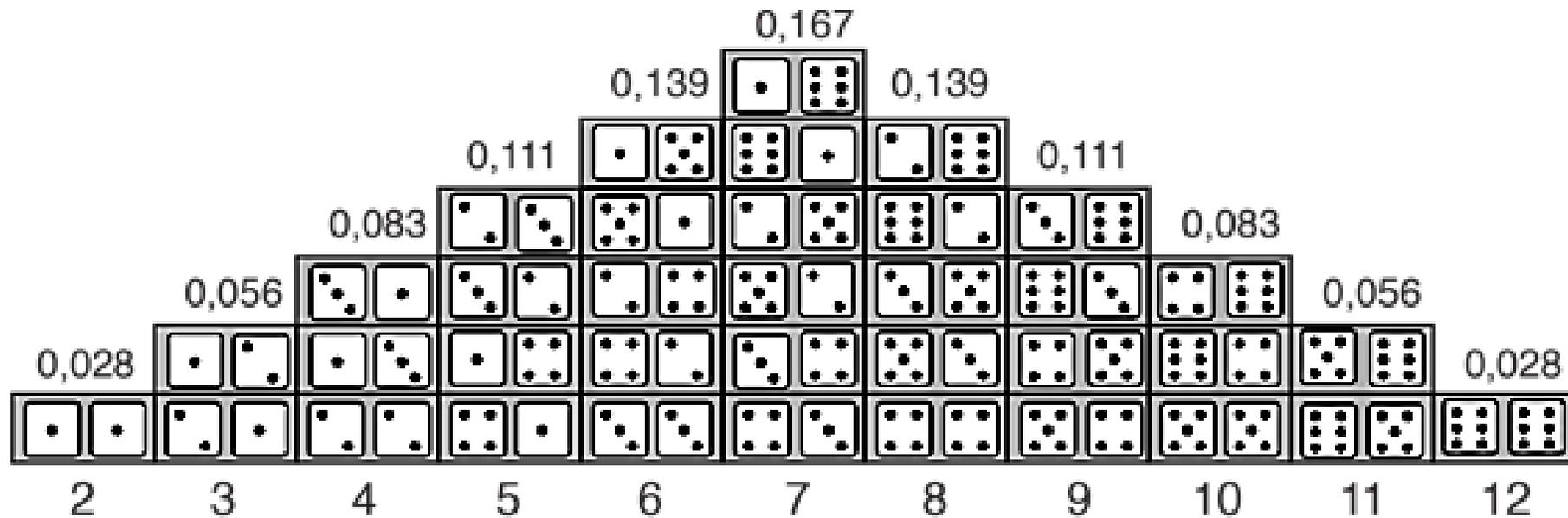


Juego de la suma de dos dados

- Casos posibles: $6 \times 6 = 36$
- Probabilidad de un caso: $1/36$
- Suma = 2: (1+1)
- Suma = 3: (1+2) y (2+1)
- Suma = 4: (1+3), (2+2) y (3+1)
- Suma = 5: (1+4), (2+3), (3+2) y (4+1)
- ...

Suma	Probabilidad
2	$1/36$
3	$2/36$
4	$3/36$
5	$4/36$
6	$5/36$
7	$6/36$
8	$5/36$
9	$4/36$
10	$3/36$
11	$2/36$
12	$1/36$

Juego de la suma de dos dados



Número total de estados: 36

Simulación de Monte Carlo

- $d1 = \text{GenUniDis}(1,6,1)$
- $d2 = \text{GenUniDis}(1,6,1)$
- $\text{Suma} = d1 + d2$

$$\text{GenUniDis}(a,b,\Delta x) = \text{Int} \left(r \left(\frac{b-a}{\Delta x} + 1 \right) \right) \Delta x + a$$

Monte Carlo Suma dados.xlsx

Archivos Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda Comentarios Compartir

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Complementos Analizar datos

G6 fx

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<i>i</i>	<i>r1</i>	Dado1	<i>r2</i>	Dado2	Suma							
2	1	0.4094065	3	0.8595367	6	9							
3	2	0.8285703	5	0.4782088	3	8							
4	3	0.7889782	5	0.6383439	4	9							
5	4	0.2866879	2	0.4010851	3	5							
6	5	0.4472992	3	0.0898739	1	4							
7	6	0.6224952	4	0.9385054	6	10							
8	7	0.9217169	6	0.5428091	4	10							
9	8	0.5234754	4	0.7832006	5	9							
10	9	0.9349826	6	0.4139627	3	9							
11	10	0.8578695	6	0.62488	4	10							
12	11	0.6512792	4	0.6301731	4	8							
13	12	0.0596232	1	0.4601156	3	4							
14	13	0.6259932	4	0.6333272	4	8							
15	14	0.5650404	4	0.4202484	3	7							
16	15	0.3528045	3	0.6690488	5	8							
17	16	0.9992093	6	0.7638885	5	11							
18	17	0.2558608	2	0.680566	5	7							

$$x = \text{Int} \left(r \left(\frac{b-a}{\Delta x} + 1 \right) \right) \Delta x + a$$

Insertar función Biblioteca de funciones: Autosuma, Usado recientemente, Financieras, Lógicas, Texto, Fecha y hora, Restablecer, Diagnósticos, Inicialización, Python (versión preliminar), Nombres definidos: Asignar nombre, Utilizar en la fórmula, Crear desde la selección, Auditoría de fórmulas: Rastrear precedentes, Rastrear dependientes, Quitar flechas, Ventana Inspección, Opciones para el cálculo

G6

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<i>i</i>	<i>r1</i>	Dado1	<i>r2</i>	Dado2	Suma		
2	1	=ALEATORIO()	=ENTERO(B2*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D2*6)+1	=C2+E2		
3	2	=ALEATORIO()	=ENTERO(B3*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D3*6)+1	=C3+E3		
4	3	=ALEATORIO()	=ENTERO(B4*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D4*6)+1	=C4+E4		
5	4	=ALEATORIO()	=ENTERO(B5*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D5*6)+1	=C5+E5		
6	5	=ALEATORIO()	=ENTERO(B6*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D6*6)+1	=C6+E6		
7	6	=ALEATORIO()	=ENTERO(B7*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D7*6)+1	=C7+E7		
8	7	=ALEATORIO()	=ENTERO(B8*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D8*6)+1	=C8+E8		
9	8	=ALEATORIO()	=ENTERO(B9*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D9*6)+1	=C9+E9		
10	9	=ALEATORIO()	=ENTERO(B10*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D10*6)+1	=C10+E10		
11	10	=ALEATORIO()	=ENTERO(B11*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D11*6)+1	=C11+E11		
12	11	=ALEATORIO()	=ENTERO(B12*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D12*6)+1	=C12+E12		
13	12	=ALEATORIO()	=ENTERO(B13*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D13*6)+1	=C13+E13		
14	13	=ALEATORIO()	=ENTERO(B14*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D14*6)+1	=C14+E14		
15	14	=ALEATORIO()	=ENTERO(B15*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D15*6)+1	=C15+E15		
16	15	=ALEATORIO()	=ENTERO(B16*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D16*6)+1	=C16+E16		
17	16	=ALEATORIO()	=ENTERO(B17*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D17*6)+1	=C17+E17		
18	17	=ALEATORIO()	=ENTERO(B18*6)+1	=ALEATORIO()	=ENTERO(D18*6)+1	=C18+E18		

$$x = \text{Int} \left(r \left(\frac{b-a}{\Delta x} + 1 \right) \right) \Delta x + a$$

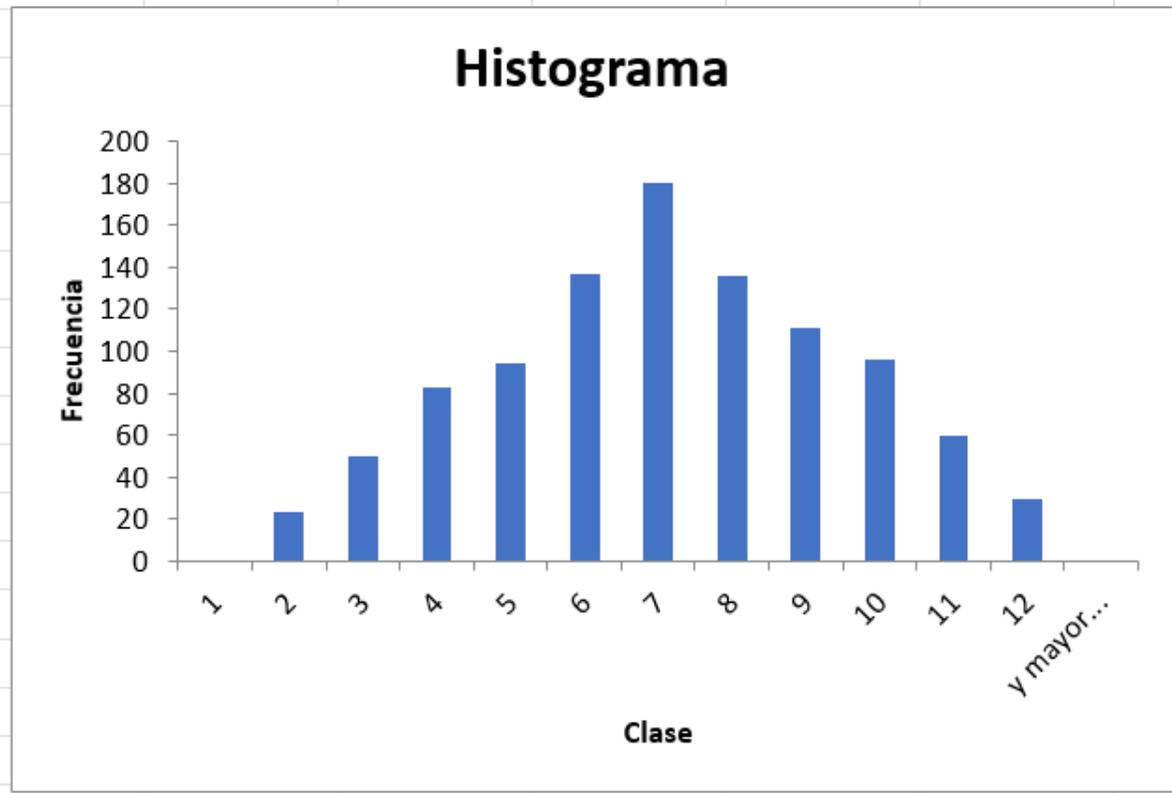
Archivos Inicio Insertar Disposición de página **Fórmulas** Datos Revisar Vista Programador Ayuda

Comentarios Compartir

Insertar función Σ Autosuma Lógicas $\text{Usado recientemente}$ Texto Fecha y hora Python Restablecer Diagnósticos Inicialización $\text{Python (versión preliminar)}$ $\text{Administrador de nombres}$ Asignar nombre $\text{Utilizar en la fórmula}$ $\text{Crear desde la selección}$ $\text{Rastrear precedentes}$ $\text{Rastrear dependientes}$ Quitar flechas $\text{Auditoría de fórmulas}$ $\text{Ventana Inspección}$ $\text{Opciones para el cálculo}$ Cálculo

B16 : =B8/1000

	A	B	C
1	Clase	Frecuencia	Acum
2	1	0	0
3	2	23	23
4	3	50	73
5	4	83	156
6	5	94	250
7	6	137	387
8	7	180	567
9	8	136	703
10	9	111	814
11	10	96	910
12	11	60	970
13	12	30	1000
14	y mayor...	0	
15			
16	p =	0.18	0.1666667
17			
18			



Simulación con Excel

i	P	U	D	X	Y	E
1	P_1	U_1	D_1	X_1	Y_1	E_1
2	P_2	U_2	D_2	X_2	Y_2	E_2
...
n	P_n	U_n	D_n	XP_n	Y_n	E_n

Ver Excel: Ciber, bolillas, dado.

Análisis de riesgo

Proyecto

Escenario promedio

Concepto	Monto (\$/mes)
Ingresos	2667
Egresos	1167
Ganancias	1500

Incertidumbre

Concepto	Monto (\$/mes)
Ingresos	1000-4000
Egresos	500-2000
Ganancias	¿?

Si se trabaja con un flujo de caja, se pueden estimar el TIR y el VAN.

Proyecto

Herramienta Escenarios de Excel

Concepto	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4
Ingresos	1000	1000	4000	4000
Egresos	500	2000	500	2000
Ganancias	500	-1000	3500	2000

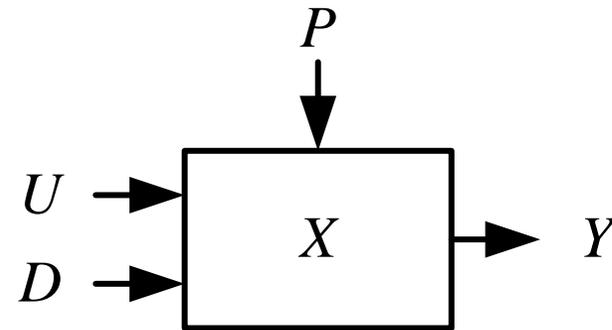
¿Riesgo?

Análisis
de
riesgo

- Resultados
- Probabilidades

Proyecto

- Ingresos I : distribución triangular (1000, 3000, 4000)
- Egresos E : distribución triangular (500, 1000, 2000)
- Ganancias $G = I - E$



Monte Carlo Ciber con Excel.xlsm

Archivos Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda

Comentarios Compartir

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Complementos Analizar datos

E3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Ciber												
2	Mes	Ingresos	Egresos	Ganancias									
3	promedio	2667	1167	1500									
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

Archivos Inicio Insertar Disposición de página **Fórmulas** Datos Revisar Vista Programador Ayuda

Comentarios Compartir

Biblioteca de funciones: Insertar función, Autosuma, Usado recientemente, Financieras, Lógicas, Texto, Fecha y hora

Python (versión preliminar): Restablecer, Diagnósticos, Inicialización

Nombres definidos: Administrador de nombres, Asignar nombre, Utilizar en la fórmula, Crear desde la selección

Auditoría de fórmulas: Rastrear precedentes, Rastrear dependientes, Quitar flechas

Cálculo: Ventana Inspección, Opciones para el cálculo

E3

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Ciber							
2	Mes	Ingresos	Egresos	Ganancias				
3	promedio	2667	1167	=B3-C3				
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

Archivos Inicio Insertar Disposición de página **Fórmulas** Datos Revisar Vista Programador Ayuda

Comentarios Compartir

Insertar función **fx** Autosuma **Σ** Usado recientemente **fx** Lógicas **?** Texto **A** Fecha y hora **🕒** Restablecer **↺** Diagnósticos **🔍** Inicialización **🔧** Python (versión preliminar) **🐍** Insertar Python **🐍** Administrador de nombres **📁** Nombres definidos **📁** Asignar nombre **📁** Utilizar en la fórmula **📁** Crear desde la selección **📁** Rastrear precedentes **🔍** Rastrear dependientes **🔍** Quitar flechas **🔍** Auditoría de fórmulas **🔍** Ventana Inspección **🔍** Opciones para el cálculo **🔍** Cálculo **🔍**

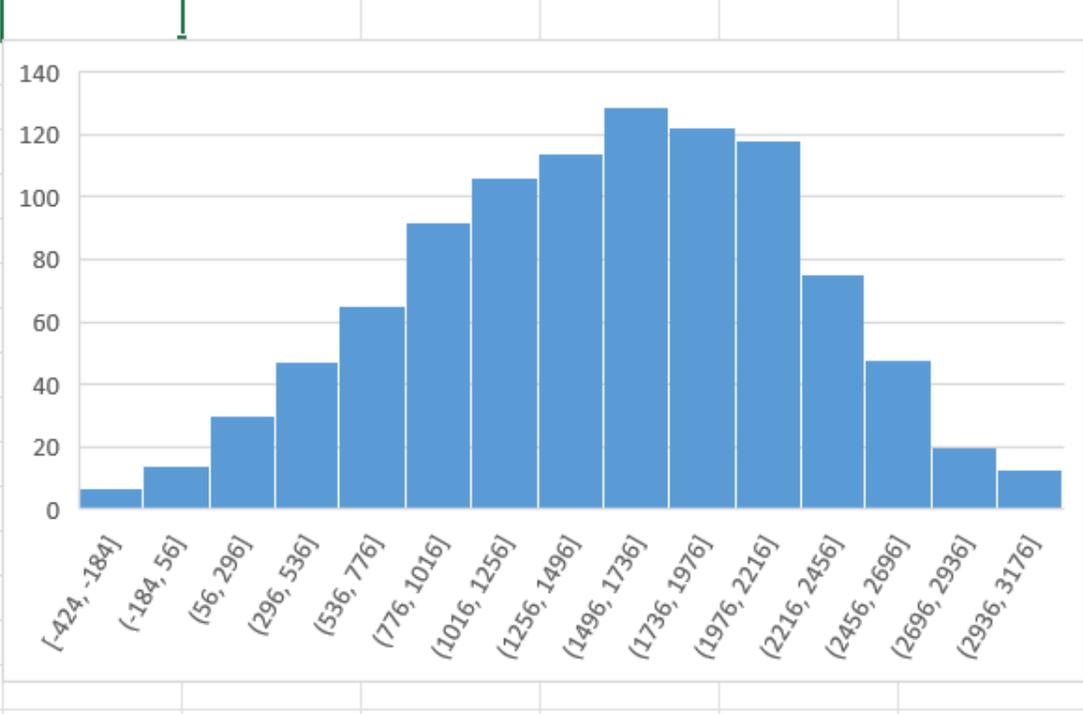
B15 **fx**

Resumen del escenario							
	Valores actuales:	Promedio	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	
Celdas cambiantes:							
\$A\$3	Esc. 1	promedio	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	
\$B\$3	1000	2667	1000	1000	4000	4000	
\$C\$3	500	1167	500	2000	500	2000	
Celdas de resultado:							
\$D\$3	500	1500	500	-1000	3500	2000	

Notas: La columna de valores actuales representa los valores de las celdas cambiantes en el momento en que se creó el Informe resumen de escenario. Las celdas cambiantes de cada escenario se muestran en gris.

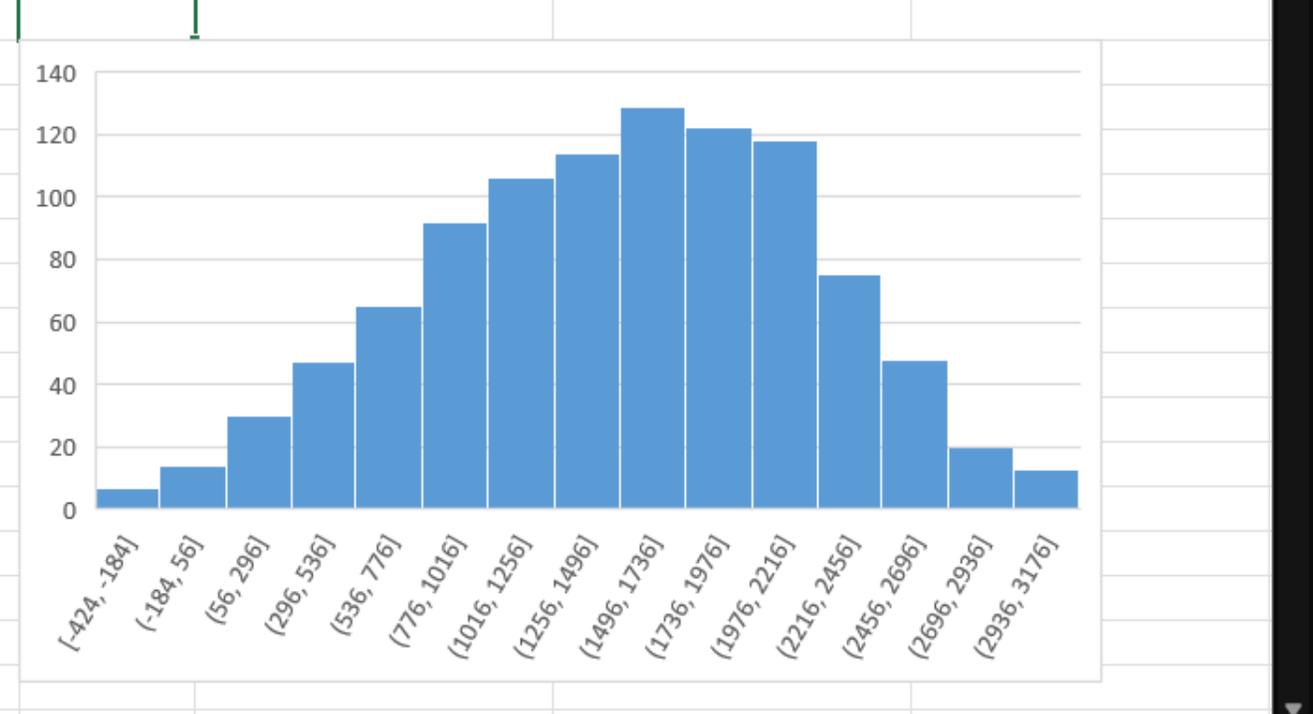
	A	B	C	D
1	Ciber			
2	Mes	Ingresos	Egresos	Ganancias
3	1	3190	929	2261
4	2	2942	1125	1817
5	3	1600	1476	124
6	4	2879	1017	1862
7	5	3138	1352	1786
8	6	1628	1159	469
9	7	3618	893	2726
10	8	2732	1036	1695
11	9	2666	1227	1439
12	10	3205	1274	1931
13	11	3208	1170	2037
14	12	2873	1188	1685
15	13	2988	956	2032
16	14	3436	797	2638
17	15	2054	1220	834
18	16	3256	933	2323
19	17	1953	1138	816
20	18	3038	1035	2003
21	19	3235	1578	1656
22	20	2864	1227	1637
23	21	2938	1024	1913

Parámetro	Ingresos	Egresos	Ganancias
Promedio	2681	1179	1502
Varianza	382962	99002	486772
Des. Est.	619	315	698
Mínimo	1095	517	-424
Máximo	3942	1980	3143



	A	B	C	D	E
1	Ciber				
2	Mes	Ingresos	Egresos	Ganancias	
3	1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B3-C3	
4	=A3+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B4-C4	
5	=A4+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B5-C5	
6	=A5+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B6-C6	
7	=A6+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B7-C7	
8	=A7+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B8-C8	
9	=A8+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B9-C9	
10	=A9+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B10-C10	
11	=A10+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B11-C11	
12	=A11+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B12-C12	
13	=A12+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B13-C13	
14	=A13+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B14-C14	
15	=A14+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B15-C15	
16	=A15+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B16-C16	
17	=A16+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B17-C17	
18	=A17+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B18-C18	
19	=A18+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B19-C19	
20	=A19+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B20-C20	
21	=A20+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B21-C21	
22	=A21+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B22-C22	
23	=A22+1	=GenTriang(1000,3000,4000)	=GenTriang(500,1000,2000)	=B23-C23	

	F	G	H	I
	Parámetro	Ingresos	Egresos	Ganancias
	Promedio	=PROMEDIO(B3:B1002)	=PROMEDIO(C3:C1002)	=PROMEDIO(D3:D1002)
	Varianza	=VAR.S(B3:B1002)	=VAR.S(C3:C1002)	=VAR.S(D3:D1002)
	Des. Est.	=DESVEST.M(B3:B1002)	=DESVEST.M(C3:C1002)	=DESVEST.M(D3:D1002)
	Mínimo	=MIN(B3:B1002)	=MIN(C3:C1002)	=MIN(D3:D1002)
	Máximo	=MAX(B3:B1002)	=MAX(C3:C1002)	=MAX(D3:D1002)



Generador para la distribución triangular

```
Monte Carlo Ciber con Excel.xlsm - Módulo1 (Código)
(General) GenTriang
Public Function GenTriang(a As Double, b As Double, c As Double) As Double
'Generador para distribución triangular

Dim lim, r, resultado As Double
Dim xi, xd As Double

lim = (b - a) / (c - a)

r = Rnd()
xi = a + Sqr((b - a) * (c - a) * r)
xd = c - Sqr((c - b) * (c - a) * (1 - r))

If r < lim Then resultado = xi Else resultado = xd

GenTriang = resultado

End Function
```

Histograma de ganancias

