



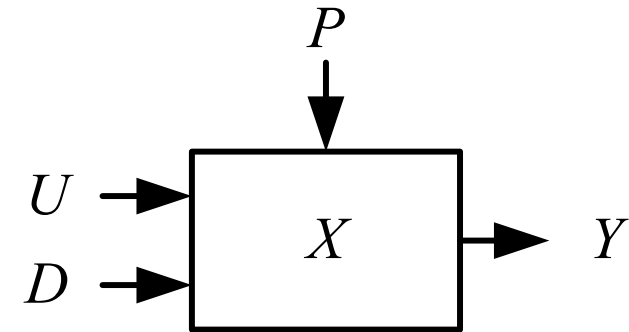
Simulación de Monte Carlo Parte I

Enrique E. Tarifa, Facultad de Ingeniería, UNJu

Generación de números aleatorios

Clasificación de variables

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



Cajero automático

- El usuario es el banco.
- Objetivo: Determinar cuándo se debe recargar.
- Variables tipo D :
 - Tiempo entre arribos de clientes
 - Tipo de operación
 - Monto de operación

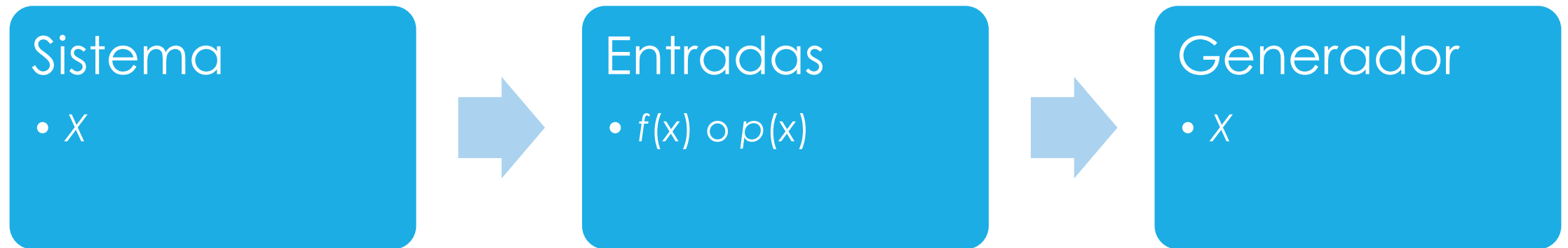


Simulador de vuelo

- Los usuarios son los pilotos.
- Objetivo: Capacitar a los pilotos.
- Variables tipo *D*:
 - Cantidad de pasajeros
 - Peso de cada pasajero
 - Peso de cada equipaje



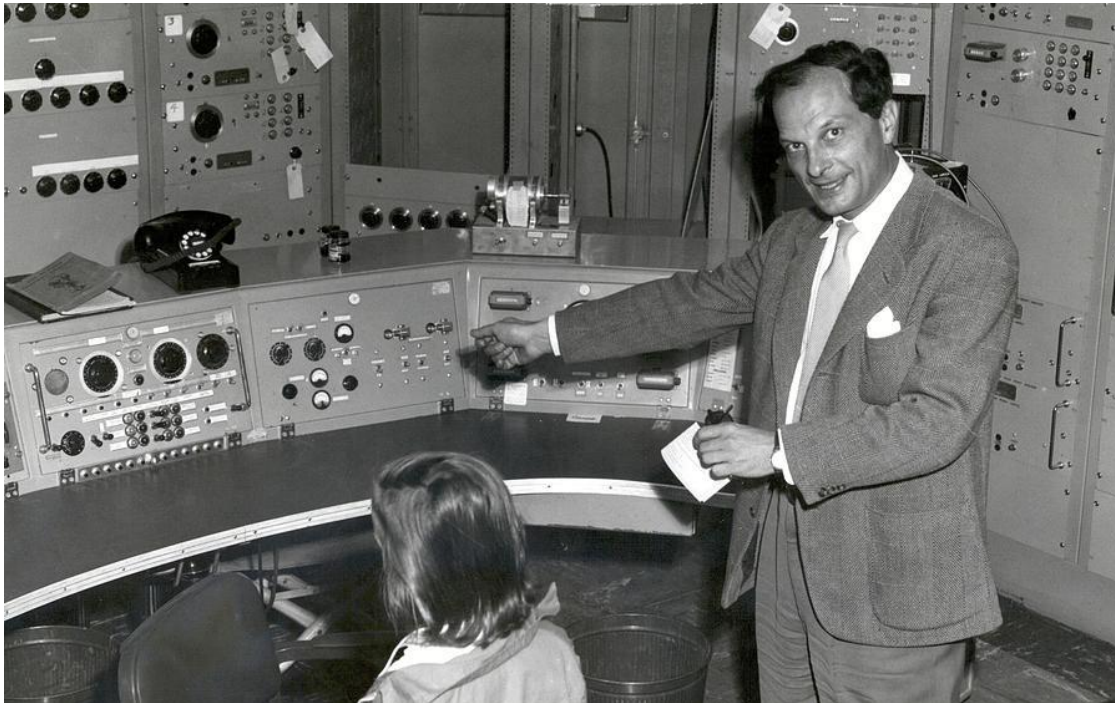
Estrategia



- 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 247

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

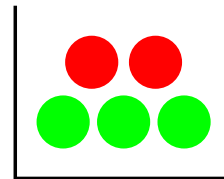
Casino de Montecarlo (Mónaco)



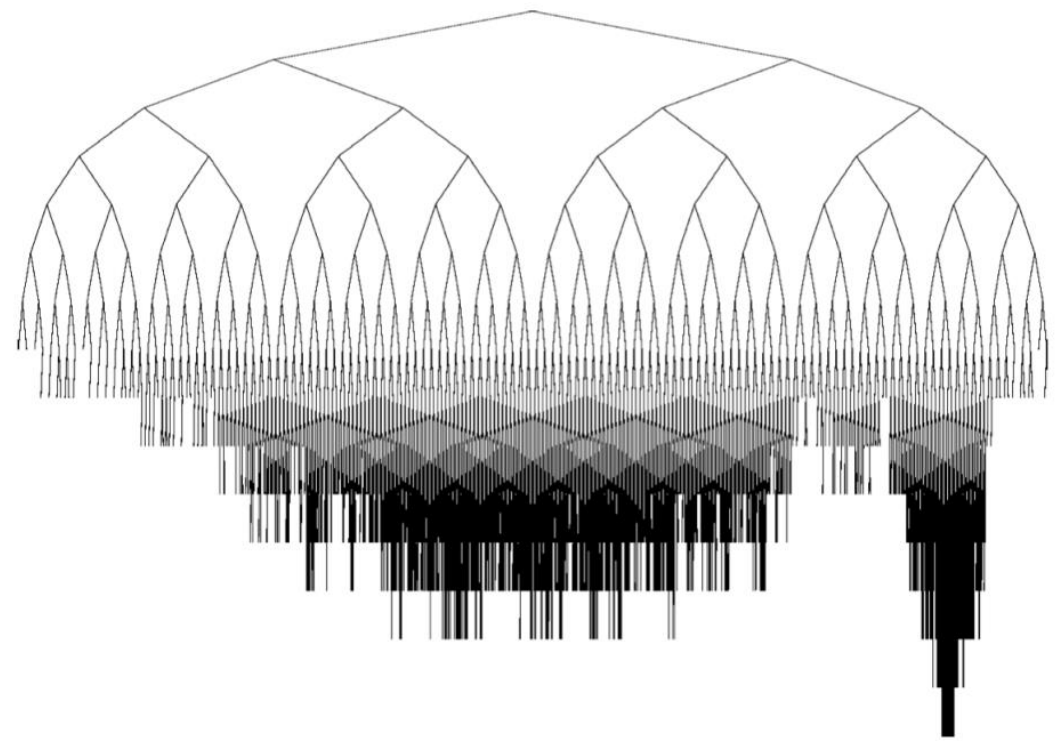
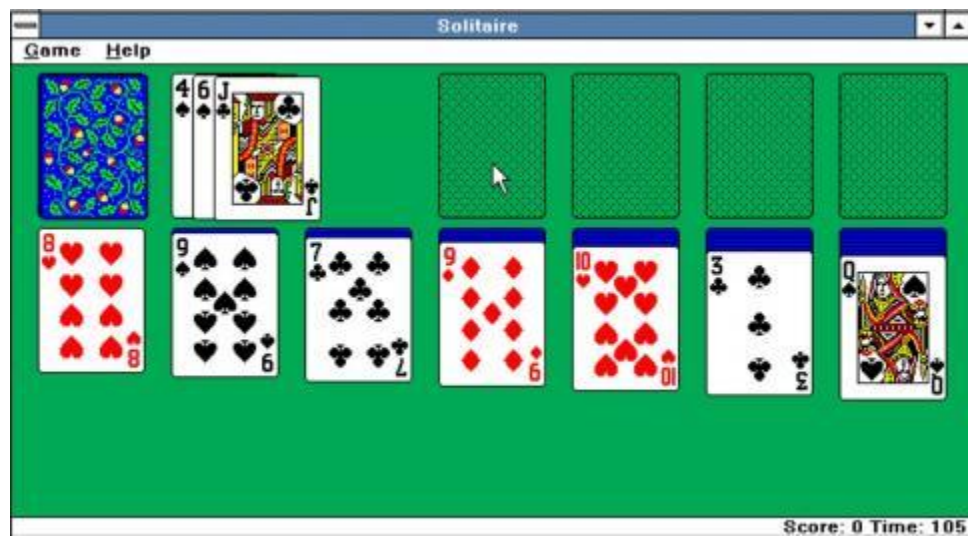
Le casino de Monte-Carlo

Método analítico

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

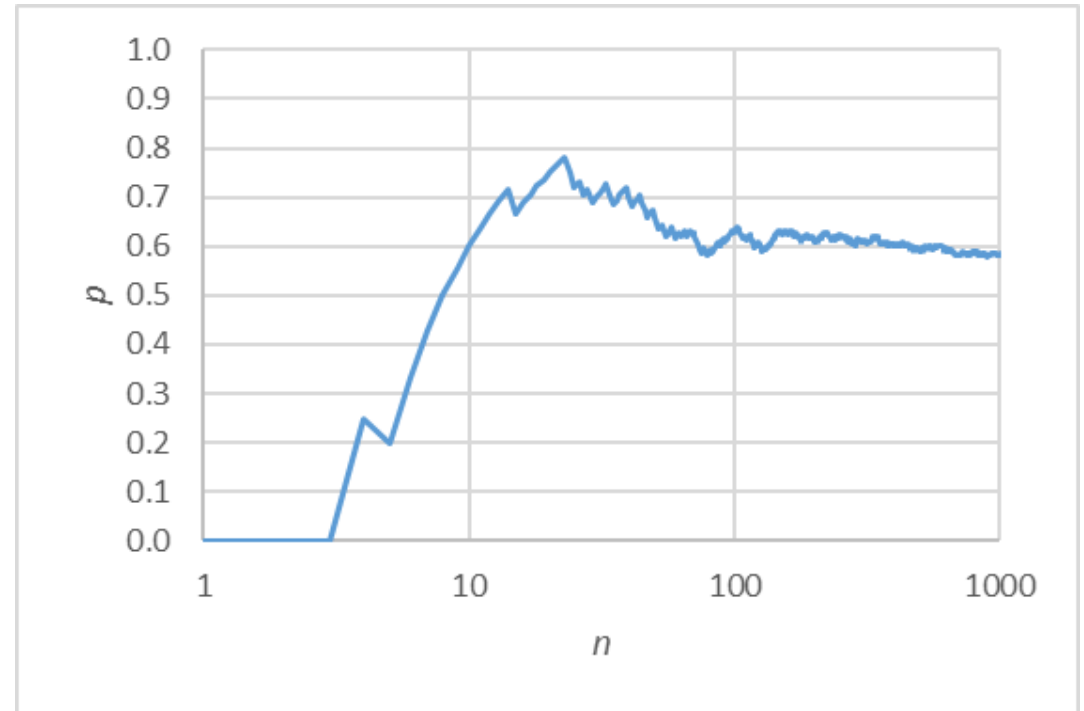


El solitario



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

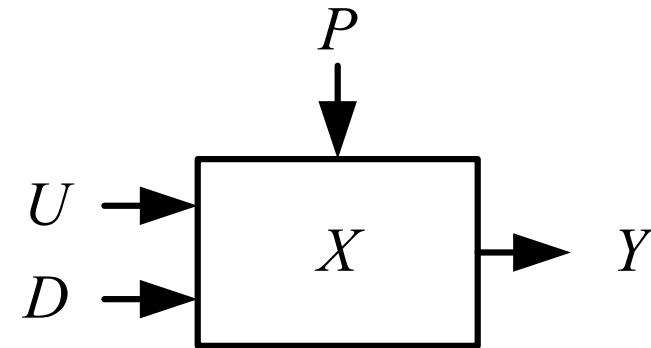
- Generadores
- Modelo

Simulación

- Tabla X, Y

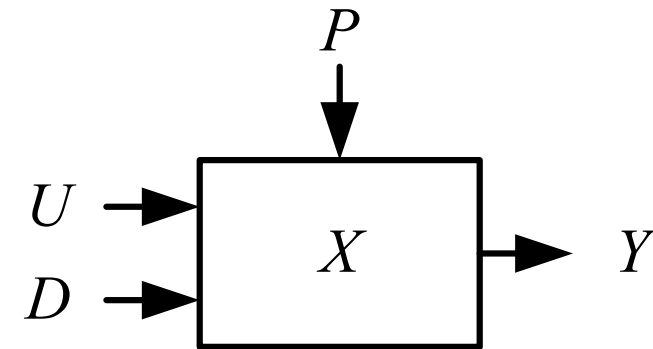
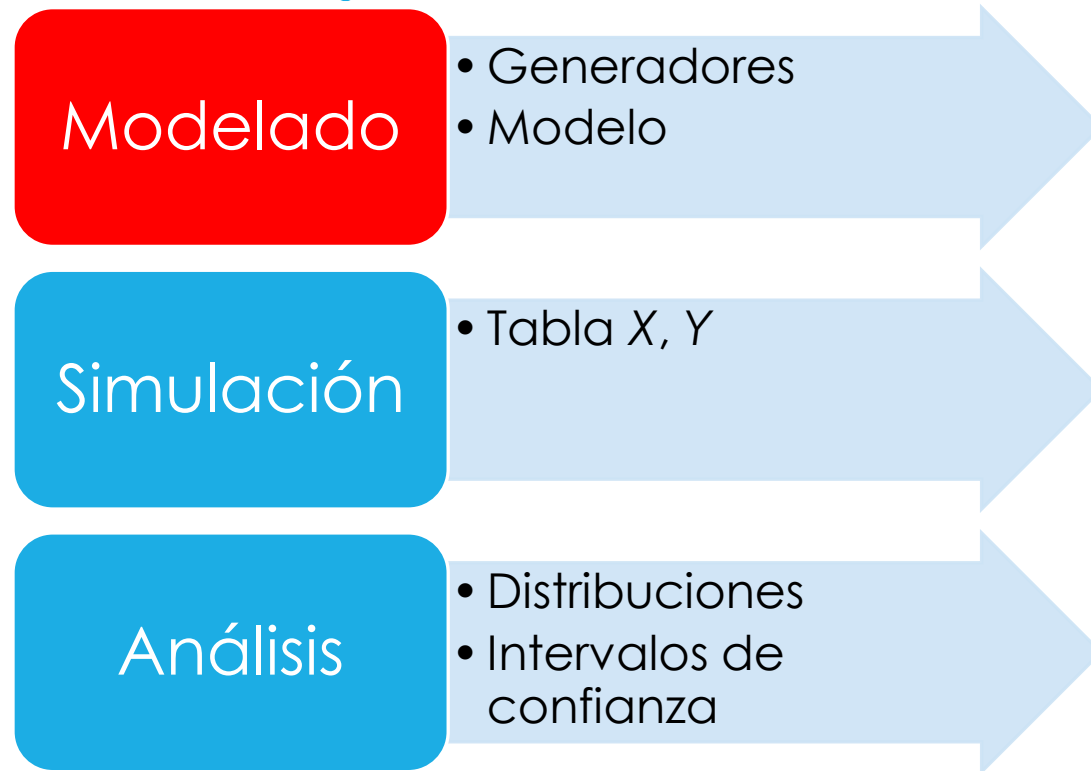
Análisis

- Distribuciones
- Intervalos de confianza



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

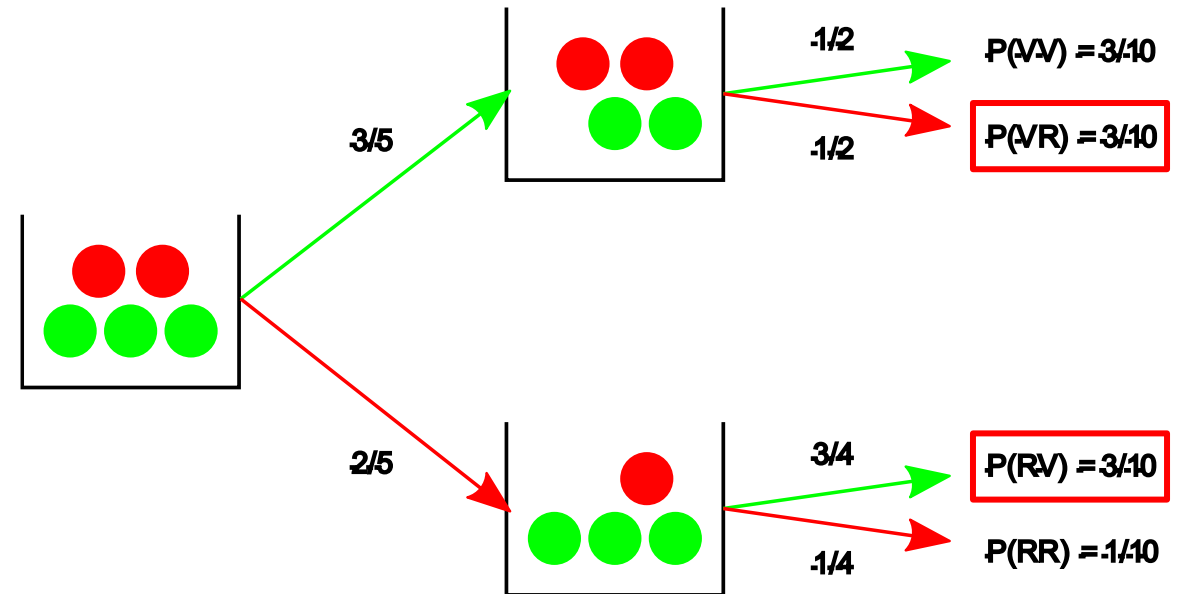
Simulación de Monte Carlo



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

Método analítico

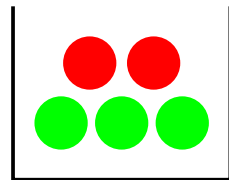
- Gana si de dos bolillas extraídas solo una es verde.
- $P = 3/10 + 3/10 = 6/10$



Simulación de Monte Carlo

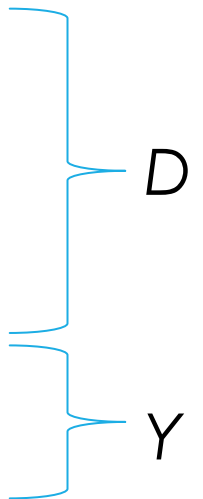
Modelado

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



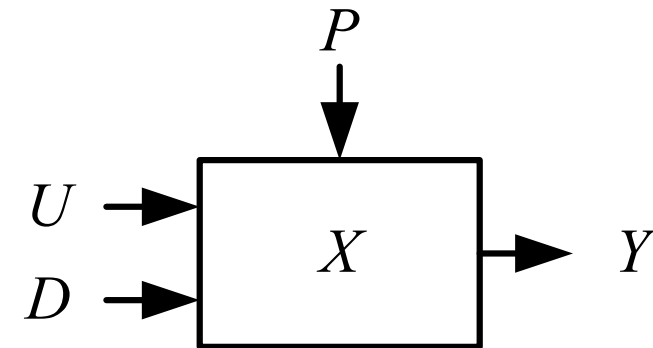
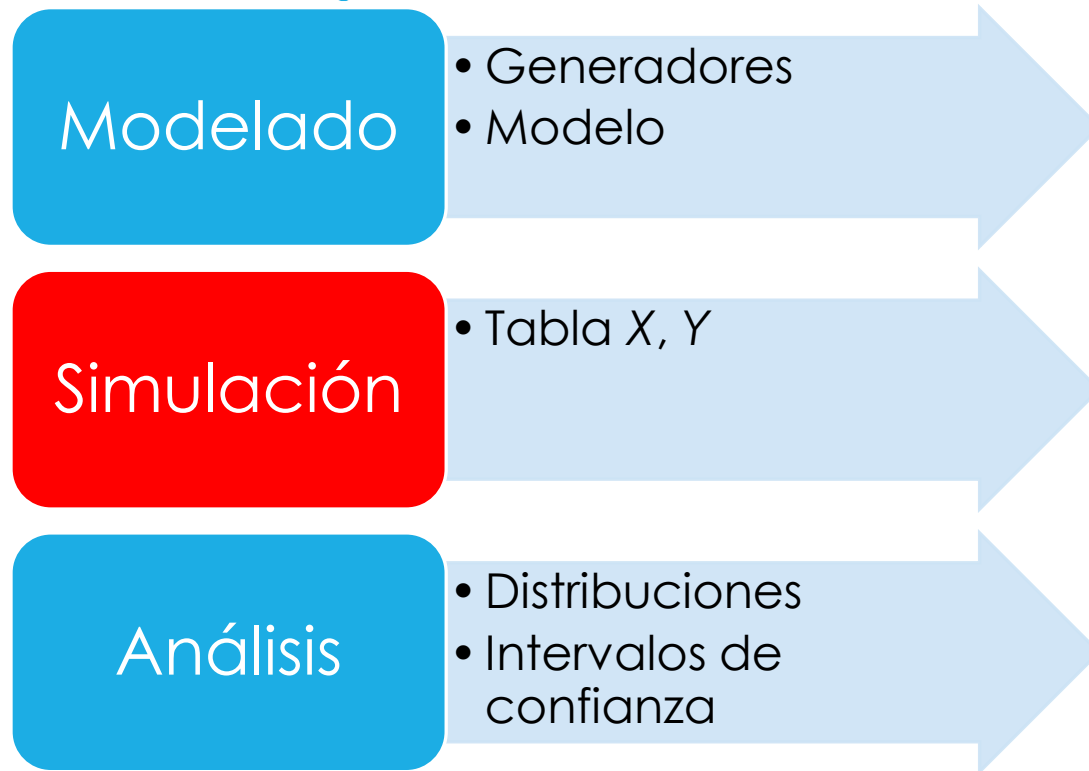
Modelo

1. 1º bolilla: B3
 $=SI(ALEATORIO() < 3/5, 1, 0)$
2. 2º 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



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

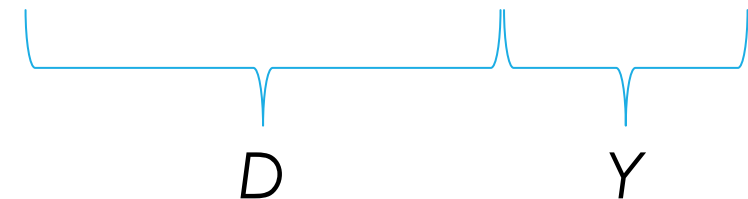
Simulación de Monte Carlo

Simulación

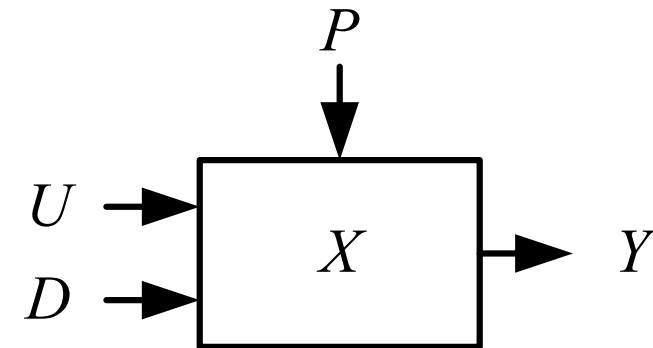
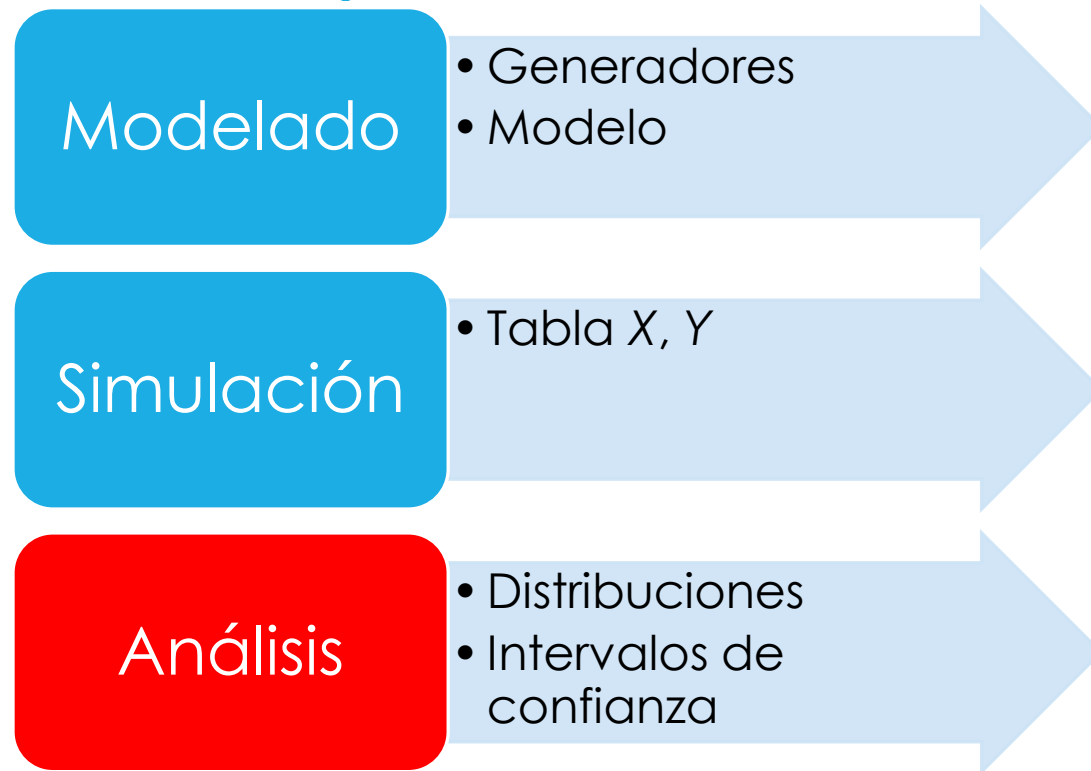
1. Para cada D , generar un valor empleando su generador.
2. Evaluar el modelo para determinar X e Y .
3. Agregar los valores calculados a la tabla de resultados.
4. Si no se cumple el criterio de finalización, ir al punto 1.

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



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

Simulación de Monte Carlo

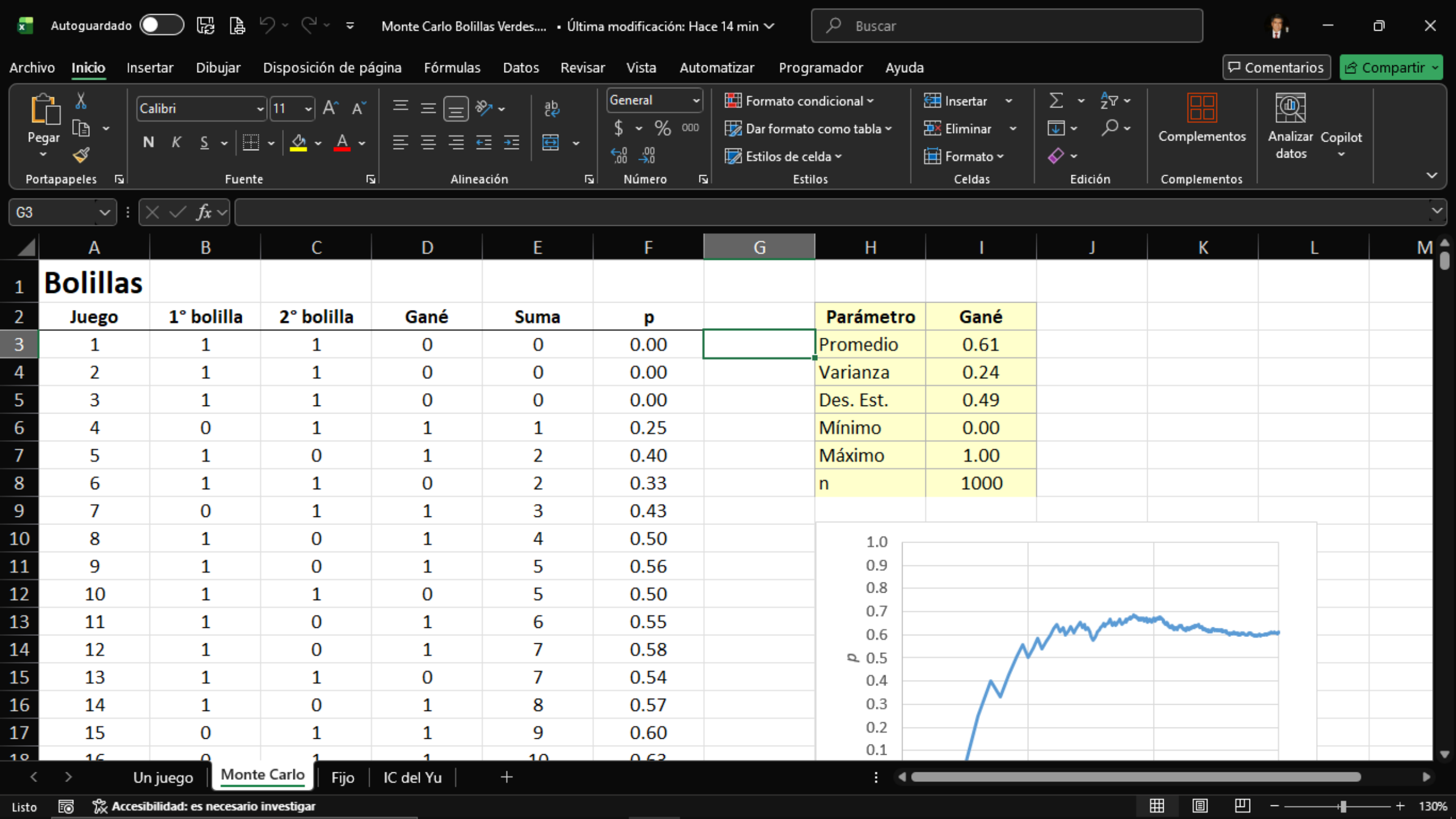
Análisis

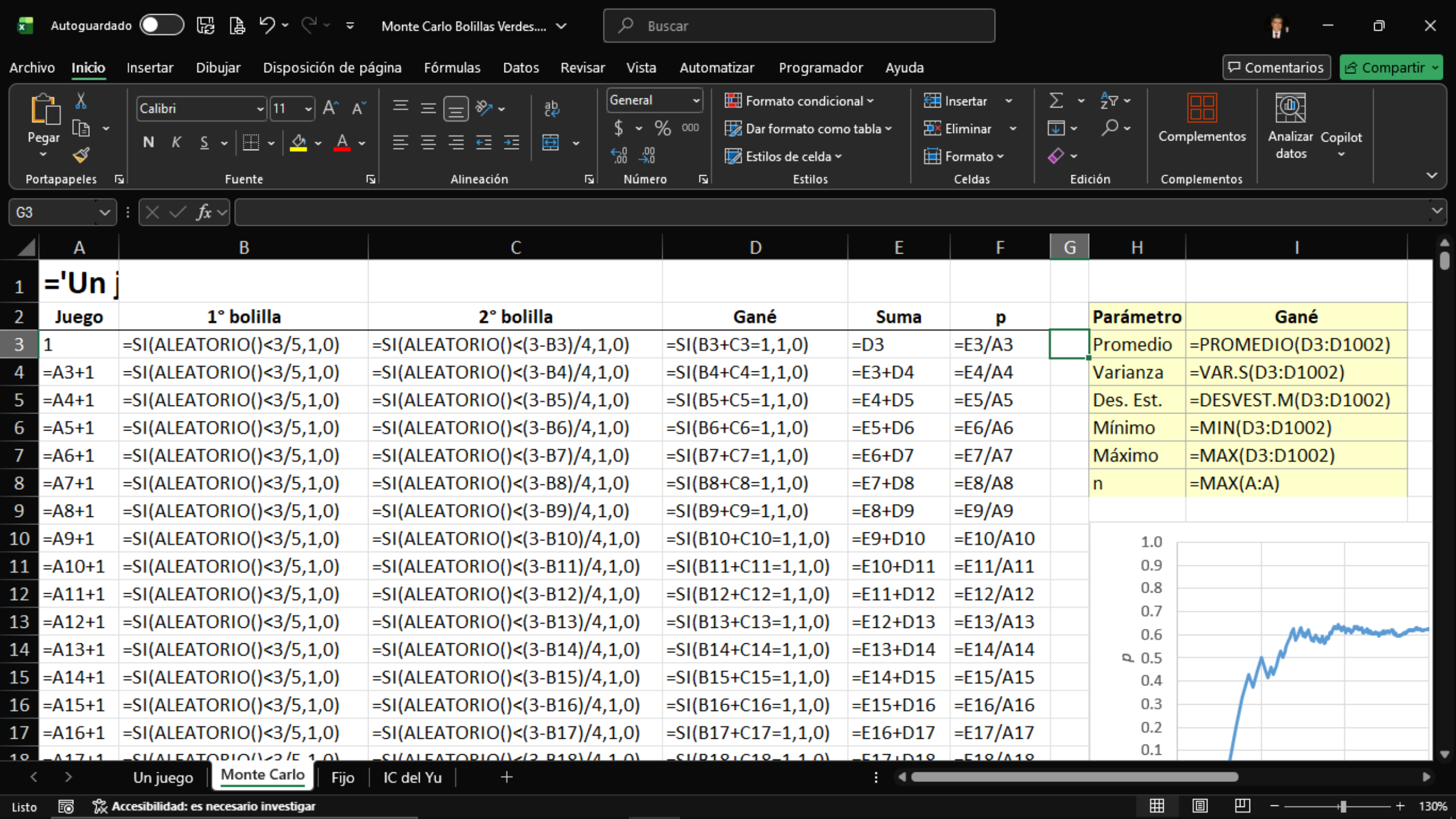
1. Modelar las variables X e Y .
2. Determinar el valor medio y la varianza para X e Y .
3. Determinar los intervalos de confianzas de las variables y de sus promedios.

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





Simulación con Excel

Simulación de Monte Carlo

Modelado

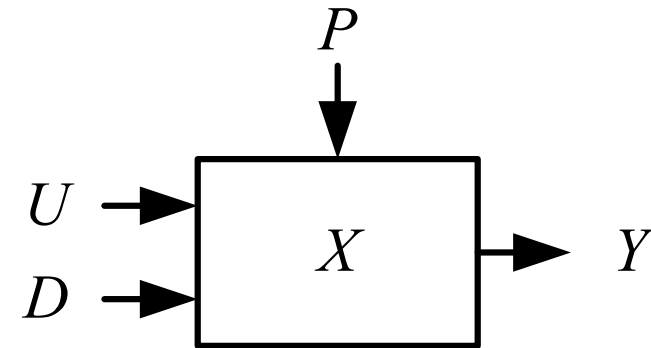
- Generadores
- Modelo

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?

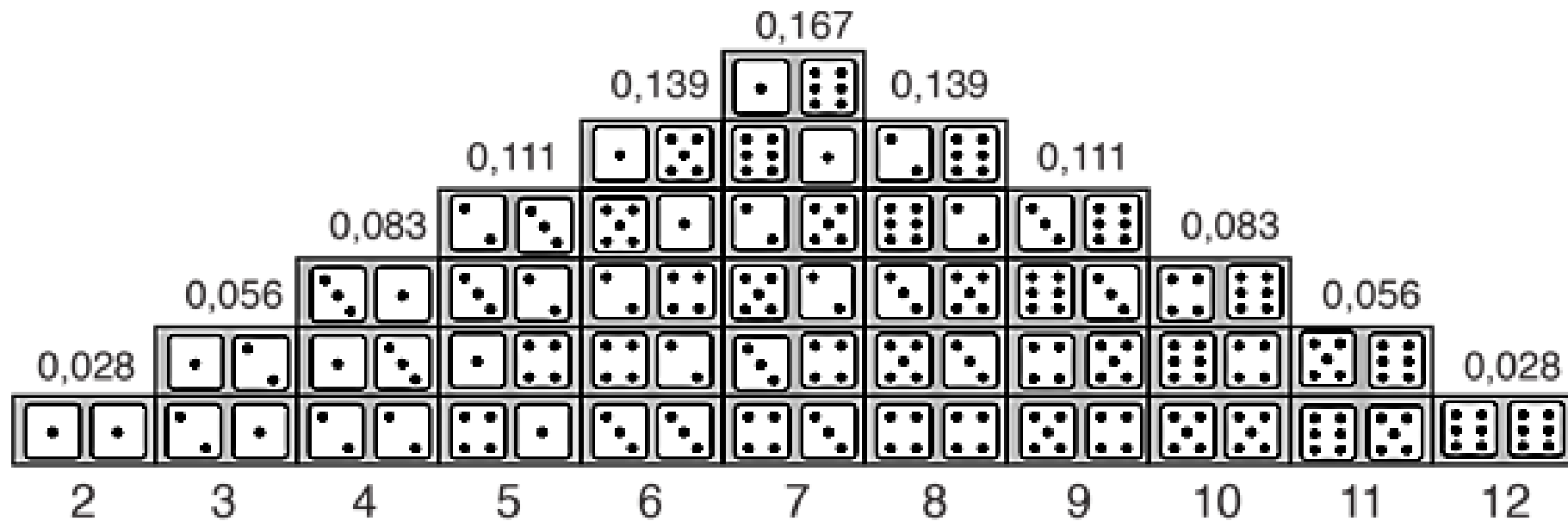


Solución analítica

- 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	$1/36$

Solución analítica



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

	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							

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

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

ArchivoInicioInsertarDisposición de páginaFórmulasDatosRevisarVistaProgramadorAyuda

fx

Insertar función

Σ Autosuma

Usado recientemente

Financieras

Lógicas

Texto

Fecha y hora

Biblioteca de funciones

Restablecer

Diagnósticos

Inicialización

Insertar Python

Python (versión preliminar)

Asignar nombre

Utilizar en la fórmula

Crear desde la selección

Administrador de nombres

Nombres definidos

Rastrear precedentes

Rastrear dependientes

Quitar flechas

Auditoría de fórmulas

Ventana Inspección

Opciones para el cálculo

Cálculo

B16

✕

✓

fx

=B8/1000

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
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													

Histograma

Clase	Frecuencia
1	0
2	23
3	50
4	83
5	94
6	137
7	180
8	136
9	111
10	96
11	60
12	30
y mayor...	0

< >

OriginalHistogramaFijo

+

Listo

Accesibilidad: es necesario investigar

130%

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	X_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

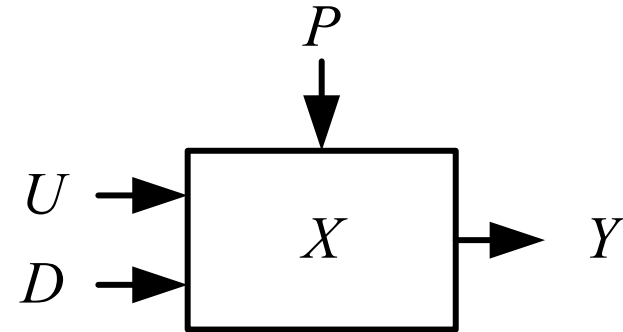
¿Riesgo?

Análisis
de
riesgo

- Resultados
- Probabilidades

Simulación de Monte Carlo

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



Monte Carlo Ciber con Excel.xlsm

Promedio Escenarios Resumen del escenario Monte Carlo Clases Histograma ... + : ◀ ▶

Autoguardado

Monte Carlo Ciber con Exce...

Última modificación: 20 de mayo

Buscar

ArchivoInicioInsertarDisposición de páginaFórmulasDatosRevisarVistaProgramadorAyuda

ComentariosCompartir

fx

Insertar función

Autosuma

Usado recientemente

Financieras

Lógicas

Texto

Fecha y hora

Restablecer

Diagnósticos

Inicialización

Python

Python (versión preliminar)

Asignar nombre

Utilizar en la fórmula

Crear desde la selección

Rastrear precedentes

Rastrear dependientes

Quitar flechas

Ventana Inspección

Opciones para el cálculo

B15

1

2

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

1

2

3

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

Resumen del escenario

Valores actuales:PromedioEsc. 1Esc. 2Esc. 3Esc. 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:

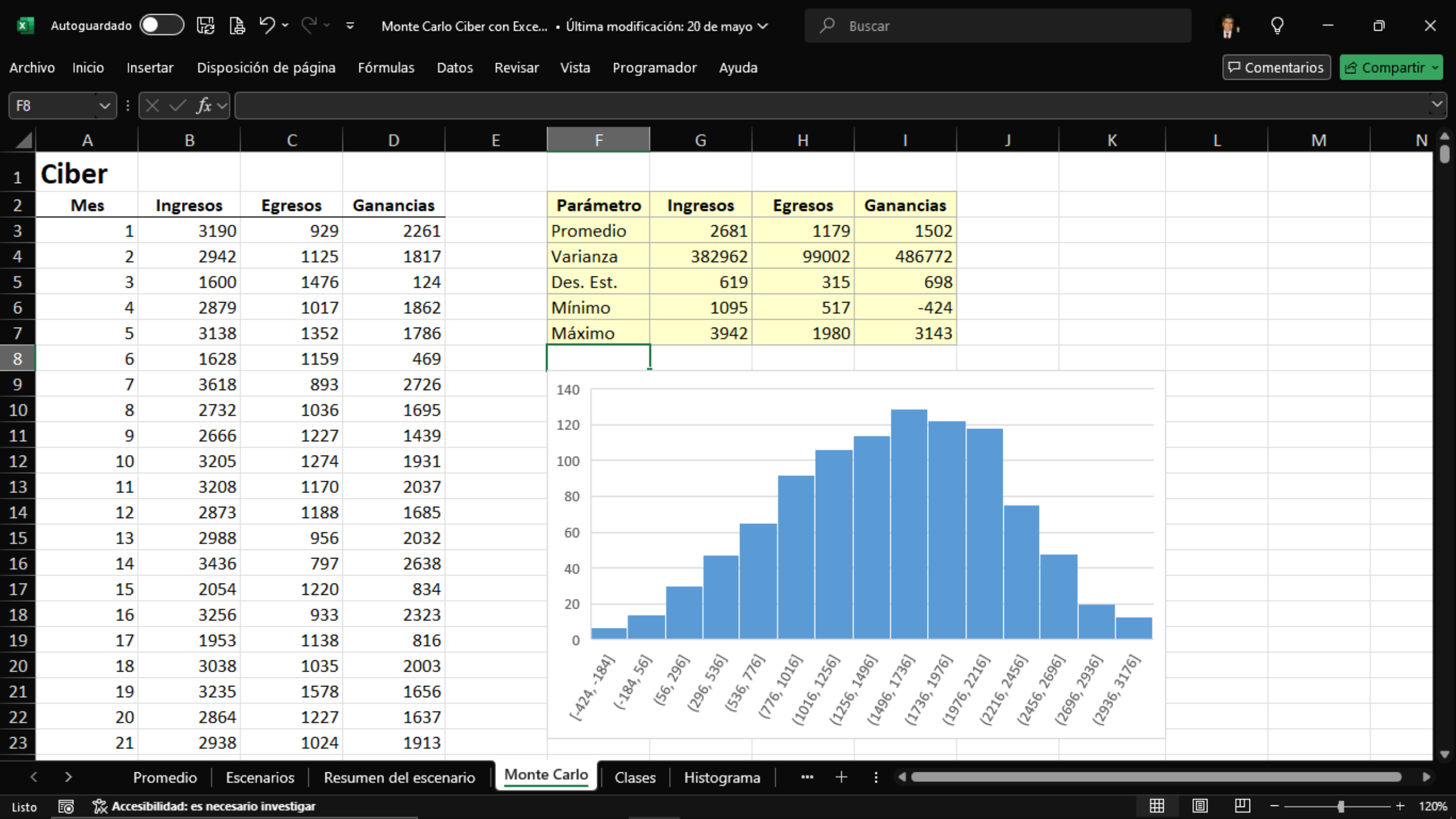
\$D\$3	500	1500	500	-1000	3500	2000
--------	-----	------	-----	-------	------	------

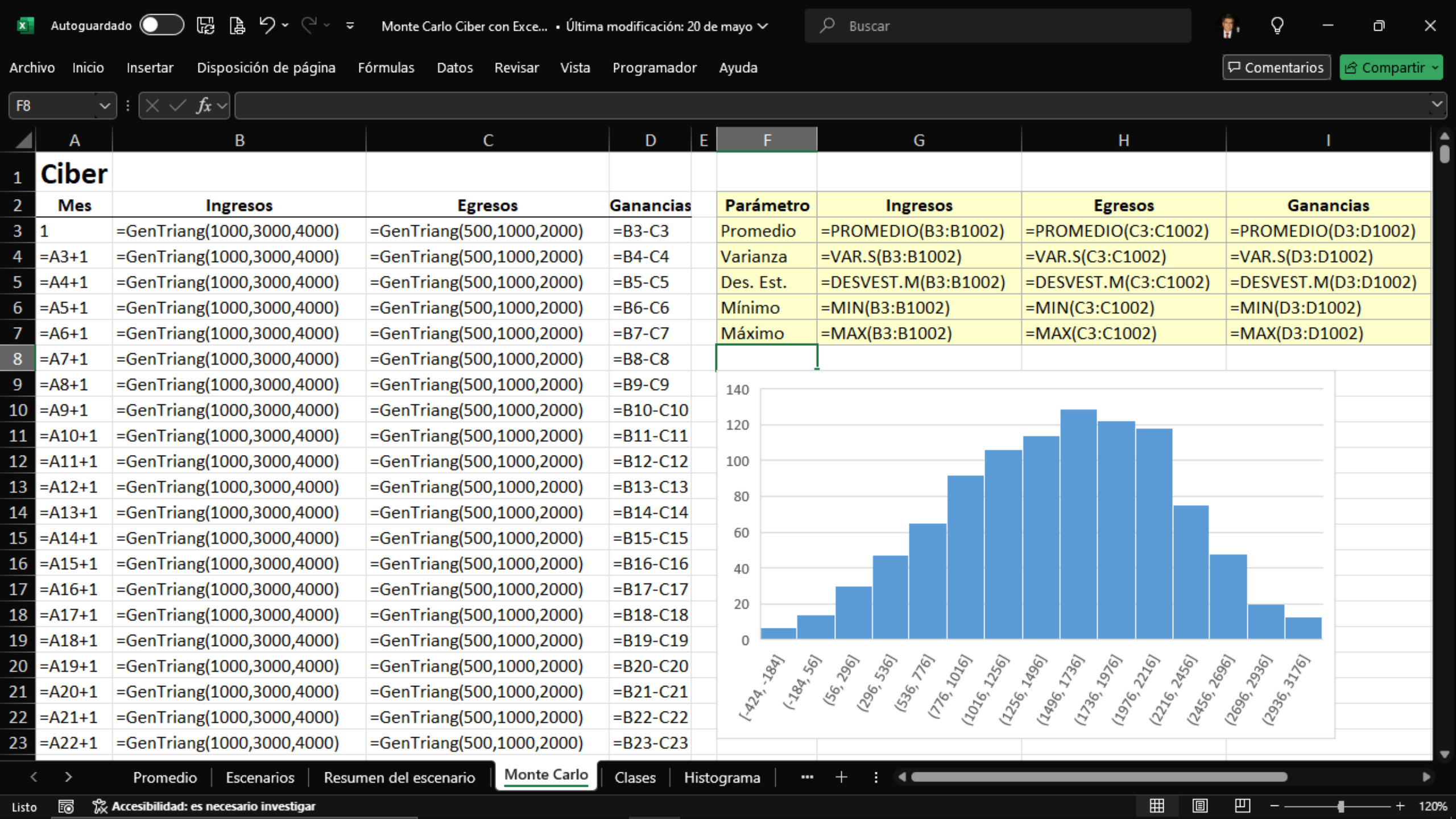
Notas: La columna de valores actuales representa los valores de las celdas cambiantes en el momento en que se creó el Informe resumen de escenario. Las celdas cambiantes de cada escenario se muestran en gris.

PromedioEscenariosResumen del escenarioMonte CarloClasesHistograma

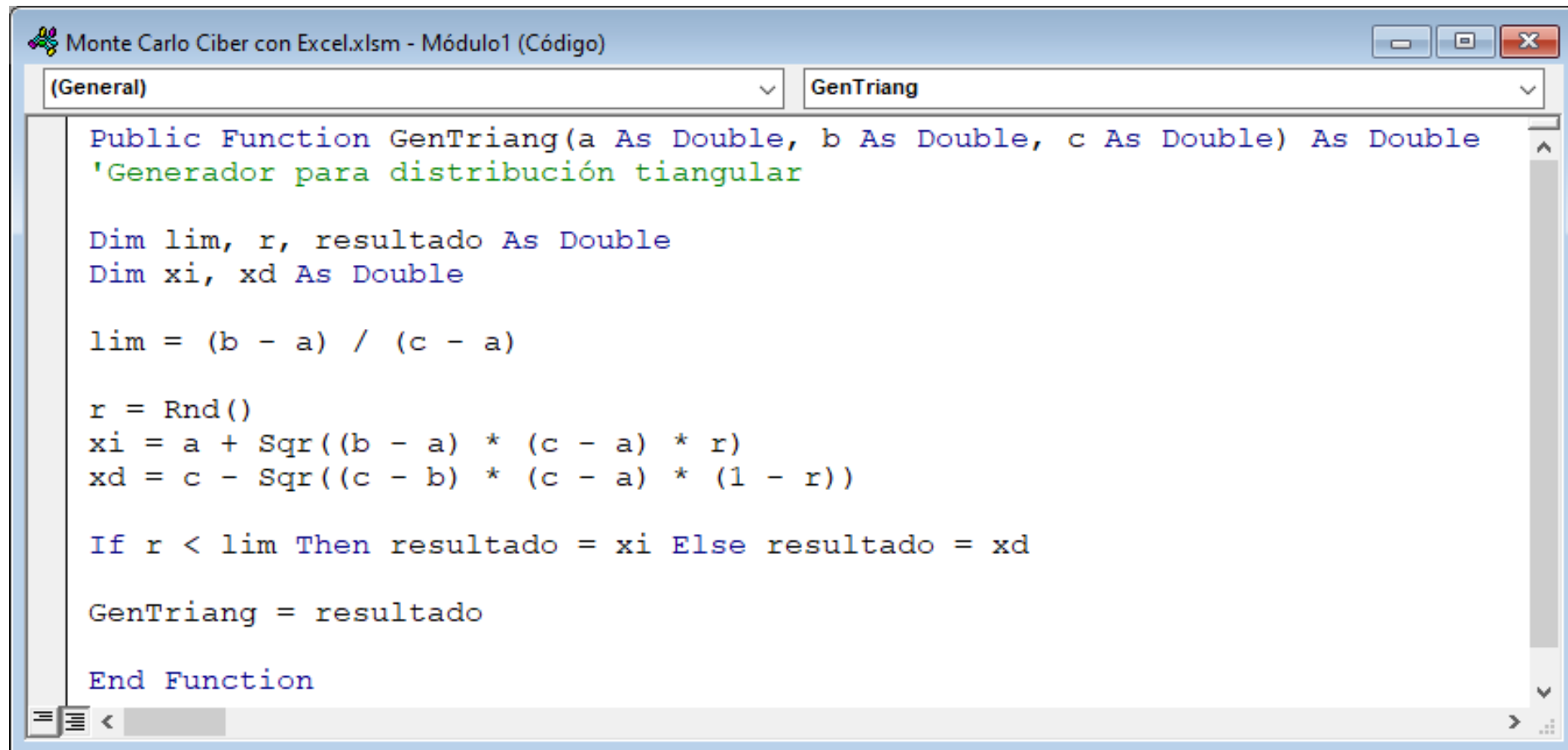
Accesibilidad: es necesario investigar

130%





Generador para la distribución triangular



```
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)

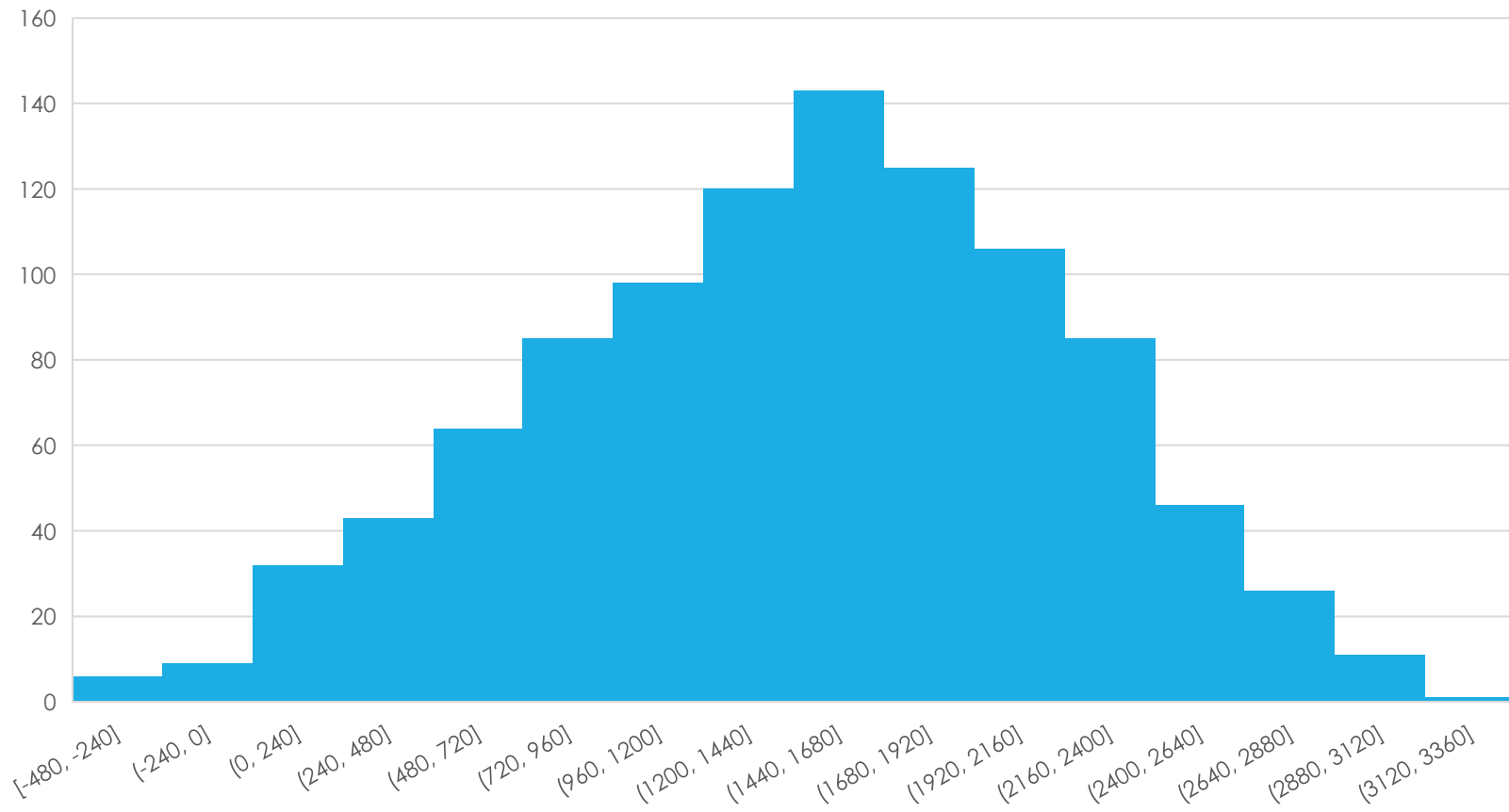
r = Rnd()
xi = a + Sqr((b - a) * (c - a) * r)
xd = c - Sqr((c - b) * (c - a) * (1 - r))

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

GenTriang = resultado

End Function
```

Histograma de ganancias



Prompt para el análisis de riesgo

Quiero realizar el análisis de riesgo para un proyecto de inversión. Los ingresos mensuales obedecen una distribución triangular con valor mínimo 1000, moda 3000 y valor máximo 4000. Los egresos mensuales obedecen una distribución triangular con valor mínimo 500, moda 1000 y valor máximo 2000. Crea un archivo Excel, y en él realiza las siguientes actividades:

- 1) Calcula las ganancias mensuales, como ingresos mensuales menos egresos mensuales, para 1000 meses.
- 2) Construye el histograma de las ganancias mensuales.
- 3) Calcula el promedio, la desviación estándar y el intervalo de confianza del 95 % de la ganancia mensual.

Quiero realizar el análisis de riesgo para un proyecto de inversión. Los ingresos mensuales obedecen una distribución triangular con valor mínimo 1000, moda 3000 y valor máximo 4000. Los egresos mensuales obedecen una distribución triangular con valor mínimo 500, moda 1000 y valor máximo 2000. Crea un archivo Excel, y en él realiza las siguientes actividades:

- 1) Calcula las ganancias mensuales, como ingresos mensuales menos egresos mensuales, para 1000 meses.
- 2) Construye el histograma de las ganancias mensuales.
- 3) Calcula el promedio, la desviación estándar y el intervalo de confianza del 95 % de la ganancia mensual.

¡Listo! Preparé un libro de Excel con todo armado:

- **Parámetros:** define los a , c , b de ambas triangulares, la cantidad de meses (**N=1000**) y el número de bins del histograma (20 por defecto).
- **Simulación:** 1000 meses con **ingresos**, **egresos** y **ganancia**. Usa **RAND()** + la **inversa de la triangular** en fórmulas, así que puedes recalcular con **F9** si querés nuevas simulaciones.
- **Resumen:** calcula **promedio**, **desviación estándar (muestral)** y el **IC 95%** con **T.INV.2T**.
- **Histograma:** arma los **bins** automáticamente a partir del mínimo y máximo de la ganancia, computa **frecuencias** con **COUNTIFS** y trae un **gráfico de columnas** del histograma.

Descargalo acá: [Analisis_Riesgo_Inversion.xlsx](#)

Si querés que fije la simulación (sin recalcular con F9), que cambie el número de bins, o que agregue el **VaR** y **CVaR** de la ganancia, lo incorporo en otra versión. </>

Autoguardado

Monte Carlo Ciber con ChatGPT... • Última modificación: Hace 6 min

Buscar

Comentarios

Compartir

ArchivoInicioInsertarDibujarDisposición de páginaFórmulasDatosRevisarVistaAutomatizarProgramadorAyuda

Pegar

Portapapeles

Calibri14

NKS

Fuente

A

A

Alineación

General

\$%

Número

Formato condicional

Dar formato como tabla

Estilos de celda

Estilos

Insertar

Eliminar

Formato

Celdas

Σ

Edición

Complementos

Analizar datos

Copilot

A1

Parámetros de las distribuciones triangulares

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Parámetros de las distribuciones triangulares															
2																
3	Variable	a (mín)	c (moda)	b (máx)		Controles										
4	Ingresos	1000	3000	4000		N (meses)	Bins (histograma)									
5	Egresos	500	1000	2000		1000	20									
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																

Parámetros

Simulación

Resumen

Histograma

100%

Autoguardado

Monte Carlo Ciber con ChatGPT... • Última modificación: Hace 7 min

Buscar

ArchivoInicioInsertarDibujarDisposición de páginaFórmulasDatosRevisarVistaAutomatizarProgramadorAyuda

ComentariosCompartir

Pegar

Portapapeles

Calibri14

NKS

Fuente

Alineación

General

\$%000

Número

Formato condicional

Dar formato como tabla

Estilos de celda

Estilos

Insertar

Eliminar

Formato

Celdas

Edición

Complementos

Complementos

Analizar datos

Copilot

A1

Simulación de 1.000 meses (recalcula con F9)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Simulación de 1.000 meses (recalcula con F9)																	
2																		
3	Mes	u_ing	Ingreso	u_egr	Egreso	Ganancia (Ingreso - Egreso)												
4		0.360673	2 471.	0.101906	776.	1 694.												
5	2	0.92454873	3 524.23	0.78098661	1 426.83	2 097.40												
6	3	0.11738684	1 839.24	0.93386541	1 685.04	154.20												
7	4	0.80152496	3 228.36	0.27467487	953.88	2 274.48												
8	5	0.87192449	3 380.14	0.63108203	1 256.11	2 124.03												
9	6	0.14028599	1 917.45	0.63141289	1 256.44	661.01												
10	7	0.64340647	2 964.80	0.93651479	1 691.41	1 273.39												
11	8	0.71740977	3 079.26	0.02380337	633.61	2 445.64												
12	9	0.07025457	1 649.25	0.48951311	1 124.94	524.31												
13	10	0.69129085	3 037.64	0.44911732	1 090.98	1 946.67												
14	11	0.8160444	3 257.12	0.15515437	841.12	2 416.00												
15	12	0.68341968	3 025.45	0.47061437	1 108.89	1 916.56												
16	13	0.22810115	2 169.87	0.06173621	715.18	1 454.70												
17	14	0.72327537	3 088.86	0.67841249	1 305.46	1 783.40												
18	15	0.03230605	1 440.27	0.17778941	865.16	575.11												
19	16	0.3304143	2 408.01	0.56241851	1 189.83	1 218.18												
20	17	0.83226171	3 290.62	0.5636641	1 190.99	2 099.64												
21	18	0.00105513	1 079.57	0.25864063	940.43	139.13												
22	19	0.67650406	3 014.87	0.34411011	1 008.12	2 006.75												
23	20	0.33806001	2 424.21	0.31768203	988.12	1 436.08												

ParámetrosSimulaciónResumenHistograma

Accesibilidad: es necesario investigar

[Parámetros](#)
[Simulación](#)
[Resumen](#)
[Histograma](#)
[+](#)

