



# Valoración de empresas

---

## Simulación

Ignacio Vélez-Pareja  
Politécnico Grancolombiano  
Bogotá

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

1



## ¿Para qué simular?

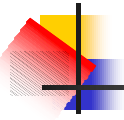
---

- Muchas personas llaman simulación a lo que se estudió sobre sensibilidad. Por ejemplo, la creación de un escenario lo consideran una simulación. En cierto sentido es verdad, pero un escenario es apenas uno entre un número muy grande de posibles escenarios. La simulación (simulación de Monte Carlo) nos permite explorar un número alto de escenarios y condensar sus resultados en una gráfica o en un número o probabilidad de ocurrencia de un resultado.

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

2



## ¿Qué es simulación?

- Simulación significa imitar. Se va a imitar el comportamiento de un sistema a través de la manipulación de un modelo que representa una realidad. La simulación ha sido utilizada desde hace mucho tiempo, especialmente por los diseñadores; por ejemplo, se tiene la prueba de modelos a escala de aeroplanos en túneles de viento, modelos de represas, distribución en planta, etc. Con el surgimiento de la investigación operacional y con la disponibilidad de los computadores, esta técnica ha cobrado gran importancia.

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

3



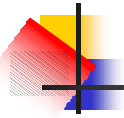
## Pasos para una simulación

- Preparar un modelo de proyección de los resultados.
- Determinar las variables que se van a simular, las más críticas, por ejemplo.
- Determinar las distribuciones de probabilidad de las variables que se van a simular.
- Establecer las correlaciones entre las variables. En el modelo de proyección se deben establecer este tipo de relaciones.
- Calcular el número de simulaciones por realizar con base en estimaciones de error aceptable y confiabilidad.
- Correr las simulaciones. Cada corrida es un escenario posible y consistente basado en los supuestos establecidos en el modelo. Cada resultado debe ser guardado.
- Analizar estadísticamente los resultados. Por ejemplo valor esperado, varianza, probabilidad de que el resultado asuma ciertos valores, histograma o gráfica de la distribución de probabilidad, coeficientes de variación ((valor esperado de la simulación)/(varianza de la distribución)), medición de pérdidas o ganancias esperadas, etc.

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

4



## Números aleatorios

- Estos números tienen igual probabilidad de aparecer, sin tener en cuenta el número de veces que haya aparecido antes. En simulación la generación de observaciones aleatorias se realiza por medio de los números o dígitos (de 0 a 9) aleatorios. Para simular con computadores se han desarrollado métodos para generar observaciones aleatorias a partir de distribuciones conocidas. En *Excel* se deben utilizar las funciones *=ALEATORIO* y, *=BUSCARV* o *=BUSCARH*. Para generar las observaciones aleatorias más fácilmente, se puede utilizar la *macro* de *Generación de números aleatorios* de la opción de menú *Análisis de datos* de *Herramientas* en el menú de *Excel*.

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

5



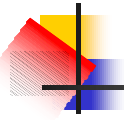
## Comerciales o gratuitos

- Existen programas comerciales que se adicionan a *Excel* y que sirven para este tipo de operaciones con simulación. Algunos de ellos son Crystal Ball, @Risk o RiskMaster ([www.riskmaster.com](http://www.riskmaster.com) o en [www.riskease.com/](http://www.riskease.com/)) desarrollado por Savvakis C. Savvides. Son complementos (Add-in) que trabajan con Lotus 1-2-3 o Microsoft Excel. El lector interesado puede bajar un programa de muestra desde: <http://www.treeplan.com/>, o desde: <http://www.decisiontoolpak.com/>. También en <http://www.kellogg.nwu.edu/faculty/myerson/ftp/addins.htm> se puede bajar Simtools y es gratis. Cristal Ball es un excelente programa desarrollado por Decisioneering. Se pueden bajar demos desde <http://www.decisioneering.com/downloadform.html>. @Risk es un programa desarrollado por Palisade y se puede obtener información desde <http://www.palisade.com/> o también puede programarse para el caso específico, en Visual Basic.

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

6



## Muestra de un universo

- Si en una urna se tienen 100 bolas con la distribución:  
bolas negras: 20  
bolas rojas: 30  
bolas blancas: 10  
bolas amarillas: 40
- y se extraen 20 bolas al azar, se esperaría que estuvieran distribuidas así (aproximadamente):  
Bolas negras: 4  
Bolas rojas: 6  
Bolas blancas: 2  
Bolas amarillas: 8
- Si se repite muchas veces este experimento, el porcentaje de cada color sería proporcional al número de bolas de cada color en la urna original.

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

7



## Ejemplo simple de ventas

Unidades	Probabilidad
1.000	10%
2.000	25%
3.000	40%
4.000	25%

Unidades	Bolas
1.000	10 rojas
2.000	25 negras
3.000	40 blancas
4.000	25 amarillas

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

8



## Simulamos

- Si esas 100 bolas se introducen en una urna y se extrae una bola de color amarillo, entonces se dirá que “ocurrió” una venta de 4.000; si se hubiera extraído una de color rojo, se diría que “ocurrió” una venta de 1.000 unidades. En lugar de colores asignamos números aleatorios

Unidades	Números aleatorios
1.000	00-09
2.000	10-34
3.000	35-74
4.000	75-99

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

9



## Herramienta para analizar modelos complejos

Resultado visible: verde blanco	Resultado numérico 0 ó 1	Número de pruebas	Número de verdes acumulados	Porcentaje de verdes
Verde	1	1	1	100,0%
Verde	1	2	2	100,0%
Blanco	0	3	2	66,7%

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

10



## Con estos datos...

- ¿Podríamos decir algo acerca del comportamiento del modelo? O si se quiere, ¿acerca de la “ley” que rige el experimento? Pocos se atreverían a decir con relativa certeza cuál es esa ley. Yo no lo haría. Sin embargo, si repetimos el experimento muchas veces más, digamos unas 200 veces, tal vez podamos aventurarnos a hacerlo.

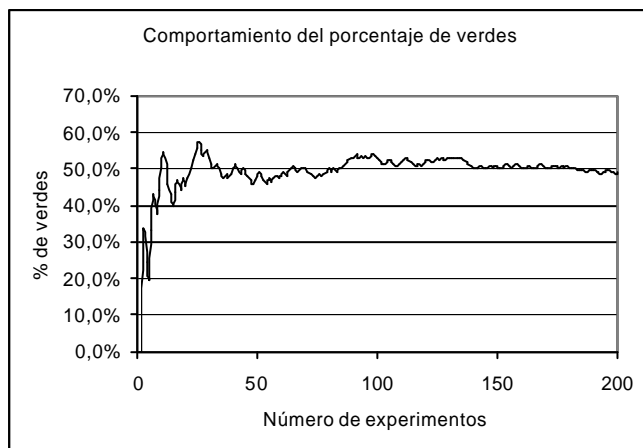
11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

11



## Con más datos...



11/12/2003

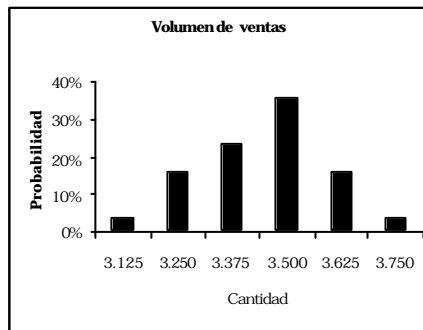
Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

12



## Ventas de perecedero

Ventas (unidades)	Frecuencia Relativa %	Números aleatorios
3.125	4	00-03
3.250	16	04-19
3.375	24	20-43
3.500	36	44-79
3.625	16	80-95
3.750	4	96-99



11/12/2003

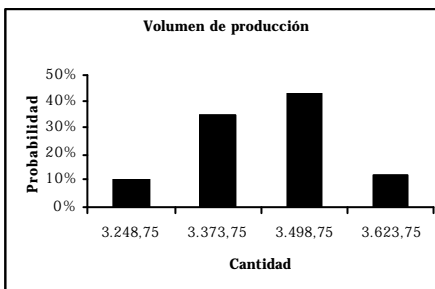
Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

13



## Producción de perecedero

Producción (unidades)	Frecuencia relativa %	Números aleatorios
3.248,75	10	00-09
3.373,75	35	10-44
3.498,75	43	45-87
3.623,75	12	88-99



11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

14



## ¿Vale la pena?

- El costo variable unitario es \$1.000. Lo producido por encima de las ventas se considera una pérdida de \$1.000 por unidad y las ventas no realizadas no acarrearán pérdida. Las ventas perdidas son la diferencia entre las ventas y la cantidad producida.
- El promedio de las ventas y de la producción es el mismo y vale 3,445.00. Si se trabajara con promedios, se tendría un ingreso neto al final de un año de:
- $(\$3.000 \times 3.445 - 3.445.000) = 3.445.00 \times 2.000 = \$6.890.000$
- Con una inversión de \$4.375.000 La rentabilidad promedio de esa inversión, en un año, sería de 57,43%. Si la tasa de descuento fuera 55% se aceptaría el proyecto.

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

15



## Cómo hacer simulación en Excel

- Podemos simular valores para calcular ciertos resultados como la TIR o el VPN. Esta simulación se puede hacer también con Generación de números aleatorios de Análisis de datos en la opción de menú Herramientas, de Excel. Para ello se muestran los pasos a continuación:

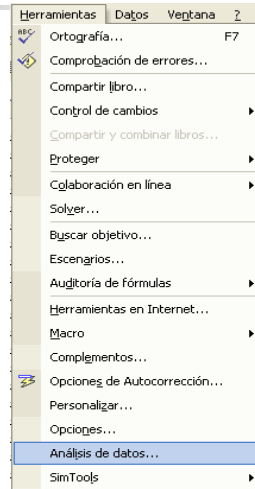
11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

16

## Primer paso

- Al seleccionar Herramientas aparece este menú desplegado y allí se escoge **Análisis de datos**



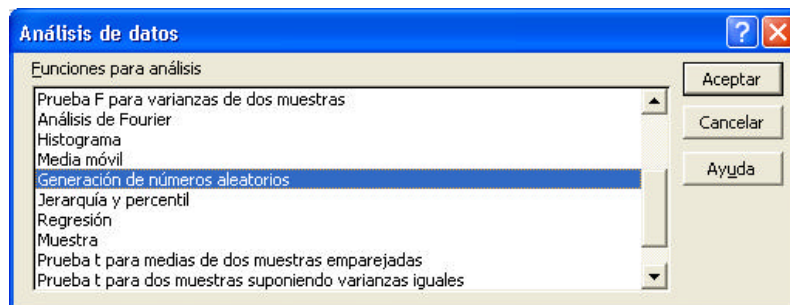
11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

17

## Segundo paso

- Aparecerá este cuadro de diálogo y se escoge **Generación de números aleatorios**



11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

18

## Tercer paso

- Aquí se indica el número de variables a simular, el número de simulaciones y el tipo de distribución. Al oprimir aceptar se obtienen los valores simulados.

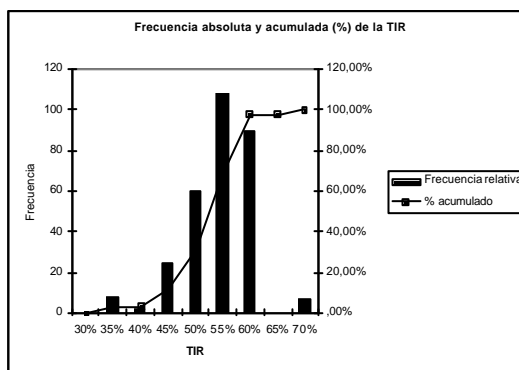
11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

19

## Si simulamos

TIR %	Frecuencia	% acumulado
30,0	0	0,00
35,0	8	2,67
40,0	2	3,33
45,0	25	11,67
50,0	60	31,67
55,0	108	67,67
60,0	90	97,67
65,0	0	97,67
70,0	7	100,00



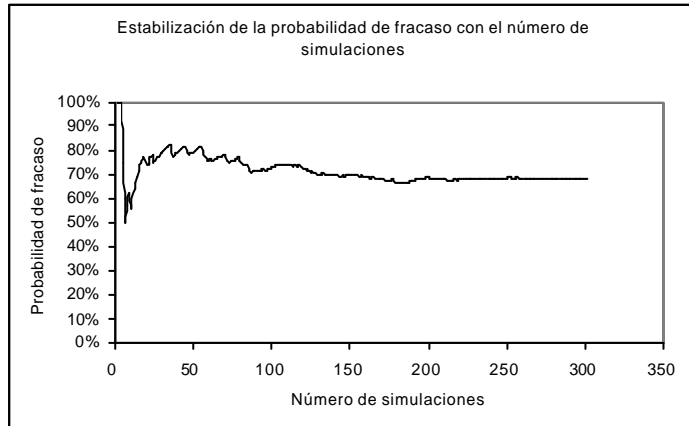
11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

20



## Probabilidad de fracaso para 55%



11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

21



## ¿Nos ayuda la simulación?

- Con los promedios aceptamos un proyecto, pero ya sabemos que la rentabilidad puede variar entre 30,00% y 70,00%. Con esta información adicional, ¿aceptaríamos el proyecto?

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

22



## ¿Cuántas simulaciones?

- Esto se define como si fuera una encuesta

$$n = \frac{z^2 \times s^2}{e^2}$$

- donde
- n = tamaño de la muestra
- z = variable normal con  $\mu = 0$  y  $\sigma = 1$ , para un nivel de confianza deseado
- $\sigma$  = la desviación estándar estimada de la variable simulada.
- e = error absoluto aceptado

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

23



## ¿Cuántas simulaciones hacer?

- Por ejemplo, si se estipularan los siguientes parámetros para el ejemplo anterior, el resultado de la simulación sería aceptable con unos 300 ensayos. Z se puede calcular con una función de Excel.

Z para 2% (Confiabilidad de 98%)	2,32634193
e	0,07%
$\sigma$	0,488%
n	263,153901

11/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

24



## Conclusión

---

- La simulación de Monte Carlo es una herramienta que, junto con el análisis de sensibilidad, permite tomar mejores decisiones.

Esta presentación está basada en Vélez, I., *Decisiones empresariales bajo riesgo e incertidumbre*, Norma, 2003