

Unidad IV: Identificación y cuantificación de riesgos financieros Parte II: Análisis de Pre y Post-simulación estocástica

INTRODUCCIÓN

El propósito de este documento es explicar la metodología propuesta por Sengupta (2004) mediante una modelación determinística y estocástica para realizar análisis de pre-simulación, también llamado análisis de tornado y un análisis de post-simulación o sensibilidad de proyección a partir de variables de entrada aleatorias.

1. MODEL DETERMINISTICO

Se asume que la incertidumbre del futuro será igual que la del pasado. La variabilidad en las cuentas contables permiten un panorama sobre en qué medida se afecta el resultado de la línea final. El modelo financiero determinístico se construye con base en análisis financiero de datos históricos asumiéndose relaciones constantes en el tiempo.

FIGURA 1: ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS HISTÓRICO (1999-2002) PARA LA COMPAÑÍA
 VITEX

	A	B	C	D	E
1	Sengupta.xls				
2					
3	Historical Income Statements and Balance Sheets for Vitex Corp.				
4					
5	Income Statement (\$ Million)				
6		Year Ending Dec. 31,			
7		1999	2000	2001	2002
8	Sales	\$1,234.9	\$1,251.7	\$1,300.4	\$1,334.4
9	Cost of Sales	\$679.1	\$659.0	\$681.3	\$667.0
10	Gross Operating Income	\$555.8	\$592.7	\$619.1	\$667.4
11					
12	Selling, Gen. & Admn. Expenses	\$339.7	\$348.6	\$351.2	\$373.3
13	Depreciation	\$47.5	\$52.0	\$55.9	\$75.2
14	Other net (Income)/Expenses	(\$11.8)	(\$7.6)	(\$7.0)	(\$8.2)
15	EBIT	\$180.4	\$199.7	\$219.0	\$227.1
16					
17	Interest (Income)	(\$1.3)	(\$1.4)	(\$1.7)	(\$2.0)
18	Interest Expense	\$16.2	\$15.1	\$20.5	\$23.7
19	Pre-Tax Income	\$165.5	\$186.0	\$200.2	\$205.4
20					
21	Income Taxes	\$56.8	\$64.2	\$67.5	\$72.6
22	Net Income	\$108.7	\$121.8	\$132.7	\$132.8

Fuente: Charnes (2007), chapter 8, Pg. 126.

FIGURA 2. BALANCE GENERAL HISTÓRICO (1999-2002) PARA LA COMPAÑÍA VITEX

	A	B	C	D	E
27	Balance Sheet (\$ Million)				
28	Assets				
29	Cash and Marketable Securities	\$25.6	\$23.0	\$32.1	\$28.4
30	Accounts Receivable	\$99.4	\$102.9	\$107.3	\$120.1
31	Inventories	\$109.6	\$108.0	\$114.9	\$116.8
32	Other Current Assets	\$96.7	\$91.4	\$103.7	\$97.5
33	Total Current Assets	\$331.3	\$326.3	\$358.0	\$362.8
34					
35	Property, Plant and Equipment, Gross	\$680.9	\$734.3	\$820.8	\$913.1
36	Accumulated Depreciation	\$244.8	\$296.8	\$352.7	\$427.9
37	Property, Plant and Equipment, Net	\$436.1	\$437.5	\$468.1	\$485.2
38					
39	Other Non-Current Assets	\$203.2	\$205.1	\$407.0	\$466.3
40	Total Non-Current Assets	\$639.3	\$642.6	\$875.1	\$941.5
41					
42	Total Assets	\$970.6	\$967.9	\$1,233.1	\$1,304.3
43					
44	Liabilities and Shareholders' Equity				
45	Accounts Payable	\$82.8	\$77.1	\$71.8	\$80.5
46	Short-Term Debt	\$39.1	\$29.7	\$79.8	\$110.3
47	Other Current Liabilities	\$152.0	\$123.8	\$172.1	\$111.3
48	Total Current Liabilities	\$273.9	\$230.6	\$323.7	\$302.1
49					
50	Long-Term Debt	\$163.5	\$145.0	\$201.8	\$218.1
51	Deferred Income Taxes	\$22.3	\$19.6	\$15.0	\$12.7
52	Other Non-Current Liabilities	\$100.6	\$80.1	\$115.0	\$94.5
53	Total Liabilities	\$560.3	\$475.3	\$655.5	\$627.4
54					
55	Paid-In Capital	\$46.9	\$46.1	\$38.2	\$44.8
56	Retained Earnings	\$363.4	\$446.5	\$539.4	\$632.1
57	Total Shareholders' Equity	\$410.3	\$492.6	\$577.6	\$676.9
58					
59	Total Liabilities and Equity	\$970.6	\$967.9	\$1,233.1	\$1,304.3

Fuente: Charnes (2007), chapter 8, Pg. 127.

FIGURA 3. ANÁLISIS FINANCIERO VERTICAL PARA EL ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS HISTÓRICO (1999-2002)

	A	G	H	I	J	K	L	M
1	Historical IS and BS for Vitex Corp.							
2								
3	Income Statement (\$Million)	Common Size Statements						
4		Year Ending Dec. 31,						
5		1999	2000	2001	2002	Average	Min	Max
6	Sales	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
7	Cost of Sales	55.0%	52.6%	52.4%	50.0%	52.5%	50.0%	55.0%
8	Gross Operating Income	45.0%	47.4%	47.6%	50.0%	47.5%	45.0%	50.0%
9								
10	Selling, General & Admn. Expenses	27.5%	27.9%	27.0%	28.0%	27.6%	27.0%	28.0%
11	Depreciation	3.8%	4.2%	4.3%	5.6%	4.5%	3.8%	5.6%
12	Other Net (Income)/Expenses	-1.0%	-0.6%	-0.5%	-0.6%	-0.7%	-1.0%	-0.5%
13	EBIT	14.6%	16.0%	16.8%	17.0%	16.1%	14.6%	17.0%
14								
15	Interest (Income)	-0.1%	-0.1%	-0.1%	-0.1%	-0.1%	-0.1%	-0.1%
16	Interest Expense	1.3%	1.2%	1.6%	1.8%	1.5%	1.2%	1.8%
17	Pre-Tax Income	13.4%	14.9%	15.4%	15.4%	14.8%	13.4%	15.4%
18								
19	Income Taxes	4.6%	5.1%	5.2%	5.4%	5.1%	4.6%	5.4%
20	Net Income	8.8%	9.7%	10.2%	10.0%	9.7%	8.8%	10.2%

Fuente: Charnes (2007), chapter 8, Pg. 127.

2. ANÁLISIS DE PRE-SIMULACIÓN: GRÁFICO DE TORNADO

La *figura 4* muestra un modelo determinístico para cuatro años de proyección (2003-2006) para la compañía Vitex. A partir del modelo 4, se puede crear un *gráfico tornado* como análisis pre-simulación o antes de ejecutar la simulación estocástica. La celda *J6* asume que el crecimiento de las ventas tendrán una distribución uniforme (1%, 10%); de igual forma, se presentan distribuciones uniformes para el costo de ventas (*J7*), gasto administrativo (*J10*) y otros ingresos netos (*J12*) de forma respectiva {(48%,52%); (27%,30); (-1%,0%)}

Los parámetros seleccionados se definieron para analizar que variables de entrada tienen mayor impacto en el pronóstico EBIT 2006 (celda *I13*); por tanto, se deben especificar las variables de entradas estocásticas, así como la variable de salida estocástica, sin ejecutar la simulación.

FIGURA 4. MODELO DETERMINISTICO PARA CUATROS AÑOS DE PROYECCIÓN (2003 – 2006)

	A	E	F	G	H	I	J
1	Income Statement and Balance Sheet for Vitex Corp.						
2							
3	Income Statement (\$ Million)						
4		Forecast Period					Forecasting
5		2002	2003	2004	2005	2006	Factor
6	Sales	\$1,334.4	\$1,401.1	\$1,471.2	\$1,544.7	\$1,622.0	5.0%
7	Cost of Sales	\$667.0	\$700.6	\$735.6	\$772.4	\$811.0	50.0%
8	Gross Operating Income	\$667.4	\$700.6	\$735.6	\$772.4	\$811.0	
9							
10	Selling, General & Admn. Expenses	\$373.3	\$406.3	\$426.6	\$448.0	\$470.4	29.0%
11	Depreciation	\$75.2	\$78.9	\$85.2	\$92.0	\$99.4	8.0%
12	Other Net (Income)/Expenses	(\$8.2)	(\$9.8)	(\$10.3)	(\$10.8)	(\$11.4)	-0.7%
13	EBIT	\$227.1	\$225.2	\$234.0	\$243.2	\$252.6	
14							
15	Interest (Income)	(\$2.0)	(\$1.7)	(\$1.8)	(\$1.9)	(\$2.0)	6.0%
16	Interest Expense	\$23.7	\$20.1	\$19.4	\$20.3	\$21.3	7.0%
17	Pre-Tax Income	\$205.4	\$206.8	\$216.4	\$224.7	\$233.3	9.0%
18							
19	Income Taxes	\$72.6	\$72.4	\$75.7	\$78.7	\$81.6	35.0%
20	Net Income	\$132.8	\$134.4	\$140.7	\$146.1	\$151.6	
21							10%
22	Dividends	\$40.1	\$43.1	\$46.0	\$49.3	\$53.1	40.0%
23	Addition to Retained Earnings	\$92.7	\$91.3	\$94.7	\$96.8	\$98.6	

Figura 4. Modelo Crystal Ball para el estado de ganancias y pérdidas, compañía Vitex. Celdas *J6*, *J7*, *J10*, and *J12* son supuestos de Crystal Ball, and *I3* es una celda de pronóstico.

Fuente: Charnes (2007), *Chapter 8*, Pg. 128.

De acuerdo con el gráfico de tornado (figura 5), el modelo de Crystal Ball muestra, que para el 2003-2006, el factor de proyección de ventas es el elemento más relevante sobre los ingresos antes de intereses e impuestos (EBIT) en términos jerárquicos comparativos. De forma seguida, continúa el costo de ventas, gasto de administración y otros ingresos netos.

FIGURA 5. ANÁLISIS DE TORNADO PARA LA SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA 2006 DE INGRESOS ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS (EBIT)

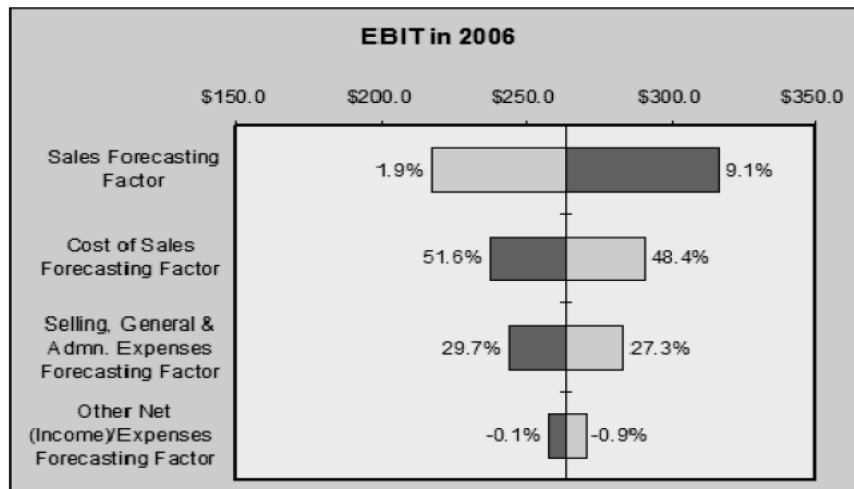


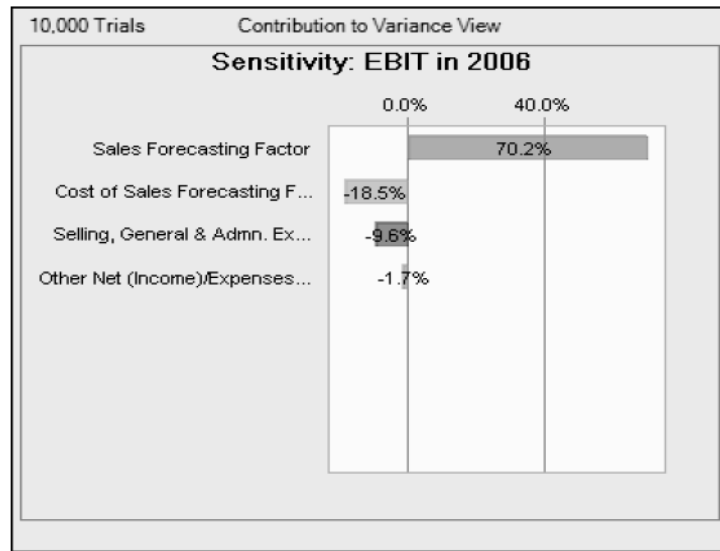
Figura 5. Los valores de supuestos de Crystal Ball varían del 1er al 99avo percentil.

Fuente: Charnes (2007), *Chapter 8*, Pg. 129.

3. ANÁLISIS DE POST-SIMULACIÓN: GRÁFICO DE SENSIBILIDAD CRYSTAL BALL

Al igual que el gráfico de tornado, el gráfico de sensibilidad Crystal Ball (figura 6) permite confirmar que el factor de proyección de ventas presenta la mayor fuente de variabilidad sobre el pronóstico EBIT; esta vez, indicando el peso relativo de contribución con un impacto de variabilidad positivo (+70,2%), el costo de ventas es la mayor fuente de variabilidad negativa (-18.5%).

FIGURA 6. CONTRIBUCIÓN A LA VARIANZA DE SENSIBILIDAD



Fuente: Charnes (2007), *Chapter 8*, Pg. 129.

La diferencia principal del análisis de sensibilidad con el gráfico de tornado, es que puede ser realizada una vez que se ha ejecutado la simulación, también llamado post-simulación. Así por ejemplo, en la *figura 6* se muestra su ejecución para 10.000 escenarios en los supuestos estocásticos.

4. ESPECIFICACIONES ALTERNATIVAS PARA LA MODELACIÓN FINANCIERA ESTOCÁSTICA

En la *figura 4*, se estableció el 2006 como el año objetivo de pronóstico estocástico. En este caso, Sengupta (2004) presentó una versión alternativa para la planificación de Vintex (véase *figura 7*, llamada Sengupta 3). Existen dos variables de entradas estocásticas: crecimiento anual en las ventas y costo de ventas como porcentaje de ingresos brutos. El pronóstico objetivo fue ampliado para cada año de proyección (2003-2006).

En la *figura 8*, se presenta el resultado de una simulación estocástica para 10.000 escenarios de tasas de crecimientos en las ventas y costos de ventas. Los resultados

sugieren que al 95% de confianza, se espera que los ingresos antes de interés e impuestos (EBIT) para el 2006 oscilen entre \$201.5 y \$309.2.

FIGURA 7. ESPECIFICACIÓN ALTERNATIVA PARA LA MODELACIÓN ESTOCÁSTICA

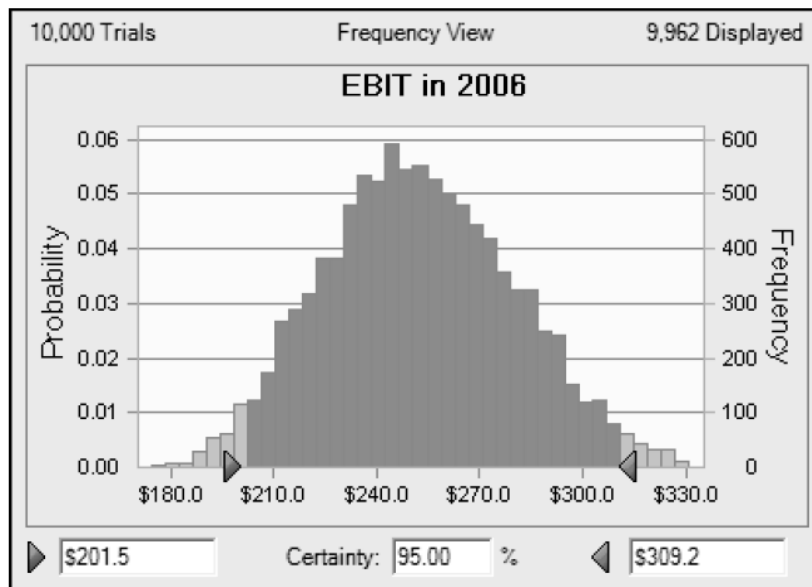
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Sengupta3.xls									
2	Income Statement and Balance Sheet for Vitex Corp.									
3	Income Statement (\$ Million)									
4		Historical period				Forecast Period				Forecasting
5		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Factor
6	Sales	\$1,234.9	\$1,251.7	\$1,300.4	\$1,334.4	\$1,401.1	\$1,471.2	\$1,544.7	\$1,622.0	
7	Sales Percentage Increase					5%	5%	5%	5%	
8	Cost of Sales	\$679.1	\$659.0	\$681.3	\$667.0	\$700.6	\$735.6	\$772.4	\$811.0	
9	Cost of Sales as Percent					50%	50%	50%	50%	
10	Gross Operating Income	\$555.8	\$592.7	\$619.1	\$667.4	\$700.6	\$735.6	\$772.4	\$811.0	
11										
12	Selling, General & Admn. Expenses	\$339.7	\$348.6	\$351.2	\$373.3	\$406.3	\$426.6	\$448.0	\$470.4	29.0%
13	Depreciation	\$47.5	\$52.0	\$55.9	\$75.2	\$78.9	\$85.2	\$92.0	\$99.4	8.0%
14	Other Net (Income)/Expenses	(\$11.8)	(\$7.6)	(\$7.0)	(\$8.2)	(\$9.8)	(\$10.3)	(\$10.8)	(\$11.4)	-0.7%
15	EBIT	\$180.4	\$199.7	\$219.0	\$227.1	\$225.2	\$234.0	\$243.2	\$252.6	
16										
17	Interest (Income)	(\$1.3)	(\$1.4)	(\$1.7)	(\$2.0)	(\$1.7)	(\$1.8)	(\$1.9)	(\$2.0)	6.0%
18	Interest Expense	\$16.2	\$15.1	\$20.5	\$23.7	\$20.1	\$19.4	\$20.3	\$21.3	7.0%
19	Pre-Tax Income	\$165.5	\$186.0	\$200.2	\$205.4	\$206.8	\$216.4	\$224.7	\$233.3	9.0%
20										
21	Income Taxes	\$56.8	\$64.2	\$67.5	\$72.6	\$72.4	\$75.7	\$78.7	\$81.6	35.0%
22	Net Income	\$108.7	\$121.8	\$132.7	\$132.8	\$134.4	\$140.7	\$146.1	\$151.6	

Variables de entrada estocásticas

Variable de salida estocástica

Fuente: Charnes (2007), *Chapter 8*, Pg. 130.

FIGURA 8. EBIT EN 2006 PARA LA MODELACIÓN ESTOCÁSTICA ALTERNATIVA



Fuente: Charnes (2007), *Chapter 8*, Pg. 130.

REFLEXIONES FINALES

Modelos financieros en su versión determinística han sido usualmente utilizados en la planificación financiera; sin embargo, los modelos estocásticos se constituyen en una versión más sofisticada que incluye nivel de confianza y cuantificación probabilística de escenarios pesimistas.

El procedimiento básico comienza con 1) el establecimiento del modelo determinístico; 2) la determinación de los supuestos o variables de entradas estocásticas con selección de distribuciones estadísticas; 3) la realización del análisis de tornado o pre-simulación (se realiza antes de ejecutar la simulación), 4) la realización del análisis de sensibilidad de pronósticos o post-simulación (se realiza después de ejecutar la simulación).

De forma usual, se utilizan datos históricos para predecir el futuro; sin embargo, como se demostró la variable de entrada crecimiento de las ventas es el factor más crítico; para ello, el mejor mecanismo de decidir el futuro es tomando referencias de: i) crecimiento de la economía, ii) crecimiento del sector económico y iii) participación o correlación del mercado-empresa (información externa con uso de correlaciones históricas).

La mejor modelación de supuestos estocásticos incluye análisis de distribución estadística o verificación de no rechazo en la hipótesis nula de ajuste de los datos a la distribución utilizada.

El análisis de supuestos estocásticos es más exigente y consistente cuando se construyen muestreos aleatorios o replicas de la distribución estadística mediante técnicas de muestreo *bootstrap*; esto es, analizar *las estadísticas de las estadísticas*.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Charnes, J. (2007) Chapter 8, Modeling Financial Statements in “*Financial Modeling with Crystal Ball and Excel*”, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Pg. 125 – 131.