El análisis de sensibilidad en Excel

Antonio Miguel **ANDRADE PINELO**(*)

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe tiene por finalidad presentar al lector, de manera práctica, los principales puntos a tomar en cuenta en la realización de un análisis de sensibilidad sobre la evaluación de un proyecto, para poder incorporar una estimación de su nivel de riesgo.

INTRODUCCIÓN

Cuando se realiza la evaluación financiera de un proyecto, muchas veces se comete el error de evaluar el resultado final del valor presente neto (VPN) del único caso o situación proyectada, lo que en realidad no es recomendable debido a que, por ejemplo, si una empresa estima la realización de un proyecto, calculando para ello un incremento en las ventas anuales del 10%, este hecho en sí mismo generará reacciones en el entorno de la empresa, por el lado de la competencia o por el lado de los proveedores.

La realidad nos enfrentará con la situación de decidir sobre la marcha si se sigue con el proyecto o se descarta, pues el entorno cambiante que identificamos nos puede mostrar resultados no deseados en términos de rentabilidad.

Por ello, es necesario evaluar e incluir de alguna forma el nivel de cambio posible, o dicho de otra manera, el nivel de riesgo que enfrenta el proyecto en la estimación de su rentabilidad. En la actualidad, el avance tecnológico, ofrece una serie de alternativas en cuanto a *software* que permite realizar un análisis de riesgo detallado para un proyecto de inversión, pero también se puede realizar un análisis de sensibilidad o sensibilización de un proyecto con algunas herramientas del Excel, que es lo que vamos a revisar en el presente informe.

I. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad que vamos a presentar corresponde a evaluar el impacto en el resultado del VPN que será generado por el cambio en las variables críticas del proyecto, por ejemplo esto se refleja a partir del cambio en los precios y/o en los costos, a partir de incrementos o disminuciones porcentuales en dichas variables.

Además de que se puede incorporar las posibles reacciones del entorno y de la parte interna de una empresa, cuando se está evaluando la rentabilidad de un proyecto.

Por todo lo anterior, es que justamente sería muy riesgoso y restringido asumir un solo escenario posible en las proyecciones de los flujos de caja de un proyecto.

El análisis de sensibilidad permite evaluar cada una estas opciones, pero en la versión que vamos a revisar, que es el análisis unidimensional, específicamente nos centraremos en evaluar el nivel hasta el cual puede un proyecto resistir el cambio en una variable específica, por ejemplo: reducciones de ventas, reducciones de precios, aumento de costos variables, etc., Este será el nivel hasta que el VPN del proyecto se vuelva cero. Entonces estaremos evaluando cuánto cambia el VPN del proyecto y cuándo se presentan cambios en una variable, a la vez.

Caso N° 1

La empresa Redisar está evaluando un proyecto de expansión y estima poder vender 1000 unidades del producto el primer año de operación y así, crecer en un 10% en el segundo, tras posicionarse en el mercado. A partir del tercer año se considera un crecimiento constante del 2.5% anual, por lo menos hasta el final del horizonte de evaluación, definido en 6 años.

Para poder llevar a cabo la expansión, será necesario invertir S/. 300,000 en maquinarias para la cual se estima una vida útil de 6 años. La inversión en capital de trabajo se calcula con un estándar equivalente al 20% de la inversión fija. Asimismo, se estima que las máquinas se podrán vender en el mercado en 35% de su valor de adquisición.

Se ha estimado que el precio del producto será S/. 220 por unidad los dos primeros años, para luego llegar a S/. 250. Los costos variables de fabricación y ventas ascienden a S/. 90 y los costos fijos representan S/. 60,000 anuales. La tasa de impuesto a la renta es 30% y la tasa de rendimiento exigida por los inversionistas es 15%. Además se requiere realizar un análisis de sensibilidad.

Solución:

En primer lugar, deberemos construir el flujo de caja para este proyecto de expansión, para lo cual debemos tener

(*) Economista de la UNMSM, Maestría en Economía con Mención en Finanzas de la UNMSM, Analista y Consultor Económico Financiero, especialista en valorizaciones de empresas, Gerente Financiero de Anveza Consultores, Asesores y Servicios S.A.C., Catedrático Universitario de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)-División EPE. *E-mail*: antonio.a67@gmail.com

en cuenta, que vamos a evaluar el cambio en tres variables relevantes: las cantidades vendidas, los precios y los costos variables unitarios.

CUADRO N° 1

	Cantidad	1,000.00	1,100.00	1,127.50	1,155.69	1,184.58	1,214.19
	Precio	220	220	250	250	250	250
	Costo variable	70	70	70	70	70	70
	0	1	2	3	4	5	6
	Ingresos	220,000.00	242,000.00	281,875.00	288,921.88	296,144.92	303,548.54
(-)	Costo variable	70,000.00	77,000.00	78,925.00	80,898.13	82,920.58	84,993.59
(-)	Costo Fijo	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
(-)	Depreciación	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
	EBIT	40,000.00	55,000.00	92,950.00	98,023.75	103,224.34	108,554.95
(-)	Impuestos (30%)	12,000.00	16,500.00	27,885.00	29,407.13	30,967.30	32,566.49
(+)	Depreciación	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
	FEO	78,000.00	88,500.00	115,065.00	118,616.63	122,257.04	125,988.47
	GNK	(300,000.00)					73,500.00
	Var CTN	(60,000.00)					60,000.00
	FCLD	**(360,000.00)**	**78,000.00**	**88,500.00**	**115,065.00**	**118,616.63**	**122,257.04**	**259,488.47**
	COK	**15%**					
	VPN	**91,188.73**					

Como podemos observar en el Cuadro N°1 hemos realizado los siguientes cálculos:

Depreciación Anual = 300,000 / 6 = S/. 50,0000 para cada año

Como sabemos la depreciación solo la utilizamos para tomar en cuenta en el flujo su efecto impositivo y luego la devolvemos.

Se menciona que los activos fijos se recuperarán al 35% de su valor de adquisición por lo cual su valor de mercado será: 35% x 300,000 = S/. 105,000.

Además como el activo se ha depreciado totalmente (VL= 0), luego de los 6 años existe una ganancia de capital, por lo cual debemos aplicar la fórmula:

VR = VM - t x (VM-VL)

VM : Valor de mercado
VL : Valor en libros
t : tasa de impuesto a la renta
VR : valor de recuperación

Valor de recuperación de los activos

(GNK) = 105,000 - (30% x (105,000 - 0)) = S/. 73,500

Con ello y la proyección de costos y de ventas se ha estimado el flujo de caja de libre disponibilidad (FCLD), a partir del cual se calcula el valor presente neto (VPN).

En este caso observamos que el VPN es positivo, por ello, se deberá captar el proyecto, pero como mencionamos al inicio del presente artículo, no estamos considerando posibles cambios en algunas variables, lo cual haremos a continuación.

Análisis de sensibilidad

En primer lugar debemos preparar una tabla de doble entrada donde compararemos el VPN obtenido frente a cambios en la cantidad y en el precio de venta de la siguiente manera:

CUADRO N° 2

91,188.73	220.00	217.80	215.62	213.47	211.33	209.22
1,000.00						
990.00						
980.10						
970.30						
960.60						
950.99						

En el Cuadro N° 2 debemos identificar que en las columnas hemos puesto distintos precios iniciales. En nuestro caso partimos del precio inicial de 220 y luego para nuestro distintos escenarios asumimos precios menores en un 1%, es decir, el precio siguiente se ha calculado como: 220 x (1 - 0.01) = S/. 217.80, después de ello debemos entender que cuando cambiemos cada precio inicial en nuestro formato inicial cambiará todos lo precios posteriores.

Del mismo modo hemos incluido en cada fila distintas cantidades de ventas iniciales y con caídas de ventas del 1%.

Luego en la celda de intersección superior, copiamos el resultado del VPN inicial, es decir: C23 = C20.

CUADRO N° 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2			Cantidad	1,000.00	1,100.00	1,127.50	1,155.69	1,184.58	1,214.19
3			Precio	220	220	250	250	250	250
4			Costo variable	70	70	70	70	70	70
5			0	1	2	3	4	5	6
6									
7		Ingresos		220,000.00	242,000.00	281,875.00	288,921.88	296,144.92	303,548.54
8	(-)	Costo variable		70,000.00	77,000.00	78,925.00	80,898.13	82,920.58	84,993.59
9	(-)	Costo Fijo		60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
10	(-)	Depreciación		50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
11		EBIT		40,000.00	55,000.00	92,950.00	98,023.75	103,224.34	108,554.95
12	(-)	Impuestos (30%)		12,000.00	16,500.00	27,885.00	29,407.13	30,967.30	32,566.49
13	(+)	Depreciación		50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
14		FEO		78,000.00	88,500.00	115,065.00	118,616.63	122,257.04	125,988.47
15		GNK	(300,000.00)						73,500.00
16		Var CTN	(60,000.00)						60,000.00
17		**FCLD**	**(360,000.00)**	**78,000.00**	**88,500.00**	**115,065.00**	**118,616.63**	**122,257.04**	**259,488.47**
18									
19		**COK**	**15%**						
20		**VPN**	**91,188.73**						
21									
22									
23			91,188.73	**220.00**	**217.80**	**215.62**	**213.47**	**211.33**	**209.22**
24			**1,000.00**	91,188.73	88,568.69	83,406.95	75,856.31	66,136.47	54,523.49
25			**990.00**	49,933.60	47,702.75	43,307.75	36,878.69	28,602.66	18,714.70
26			**980.10**	10,293.41	8,412.93	4,708.20	(711.13)	(7,687.36)	(16,022.35)
27			**970.30**	(27,559.49)	(29,128.78)	(32,220.43)	(36,742.94)	(42,564.69)	(49,520.36)
28			**960.60**	(63,506.60)	(64,803.10)	(67,357.33)	(71,093.68)	(75,903.43)	(81,649.98)
29			**950.99**	(97,471.15)	(98,531.56)	(100,620.68)	(103,676.67)	(107,610.59)	(112,310.74)
30									
31									

Seguidamente resaltamos el rango de celda que contenga los datos y resultados a determinar (C23:I29). Ejecutando el mandato **Datos/Tabla**, aparece el cuadro de diálogo **Tabla**, donde se anota la celda **D3 en celda de entrada (fila)** y la **D2 en celda de entrada (columna)**. Pulsando **Aceptar**, aparecen todos los VPN para cada combinatoria de precio y cantidad, tal como se muestra en el Cuadro N° 3.

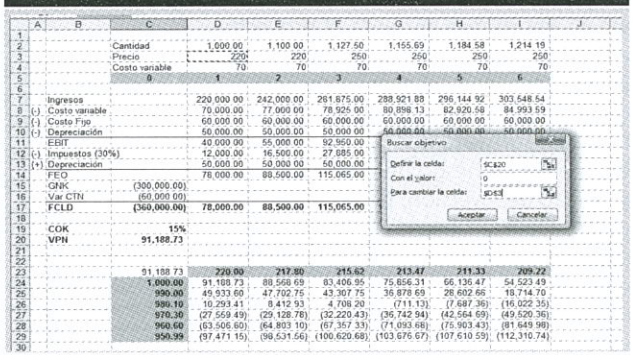
Además podemos observar los resultados del VPN para distintas combinaciones de cantidades y precios. Con esta información podemos observar que el VPN es sensible a cambios en la cantidad desde 970 unidades a cualquier precio y el precio no es sensible hasta que la cantidad cae por debajo de 990; esto es algo importante a tener en cuenta para la empresa Redisar.

De la misma manera podemos relacionar otras variables como precios y costos, aplicando la misma función.

Este modelo unidimensional tiene por objeto principal identificar hasta que nivel deberán bajar los precios o las cantidades vendidas (nivel de actividad) o subir los costos para que el proyecto siga siendo atractivo. En este caso deberemos ubicar el valor de una variable a la vez (por eso, modelo unidimensional) que vuelva cero el VPN.

Esto lo podemos hallar con el comando **Buscar objetivo** del menú **Herramientas**, y en el cuadro de diálogo desplegado se anota en **Definir la celda**, aquella donde aparece el resultado del VPN que hemos trabajado, en este caso, es la celda **C20**. En **el valor** se anota el número cero (0), para indicar que es el valor del VPN que queremos asignar a su límite y **para cambiar la celda**, se anota el valor del precio, que sería la variable que queremos analizar, para que vuelva cero el VPN, en este caso será la celda **D3**. Como se indica en el Cuadro N° 4.

CUADRO N° 4



Con ello obtenemos el resultado siguiente:

CUADRO N° 5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2			Cantidad	1,000.00	1,100.00	1,127.50	1,155.69	1,184.58	1,214.19	
3			Precio	191	191	218	218	218	218	
4			Costo variable	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	
5			0	1	2	3	4	5	6	
6										
7		Ingresos		191,430.80	210,573.89	245,278.57	251,410.53	257,695.79	264,138.19	
8	(-)	Costo variable		70,000.00	77,000.00	78,925.00	80,898.13	82,920.58	84,993.59	
9	(-)	Costo Fijo		60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	
10	(-)	Depreciación		50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	
11		EBIT		11,430.80	23,573.89	56,353.57	60,512.41	64,775.22	69,144.60	
12	(-)	Impuestos (30%)		3,429.24	7,072.17	16,906.07	18,153.72	19,432.57	20,743.38	
13	(+)	Depreciación		50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	
14		FEO		58,001.56	66,501.72	89,447.50	92,358.68	95,342.65	98,401.22	
15		GNK	(300,000.00)						73,500.00	
16		Var CTN	(60,000.00)						60,000.00	
17		FCLD	(360,000.00)	58,001.56	66,501.72	89,447.50	92,358.68	95,342.65	231,901.22	
18										
19		COK	15%							
20		VPN								
21										
22										
23			-	191.43	189.52	187.62	185.75	183.89	182.05	
24			1,000.00	-	(6,111.14)	(18,150.69)	(35,762.29)	(58,433.43)	(85,520.27)	
25			990.00	(88,709.72)	(93,913.09)	(104,164.26)	(119,159.80)	(138,463.32)	(161,526.62)	
26			980.10	(166,361.10)	(170,747.25)	(179,388.40)	(192,028.78)	(208,300.55)	(227,741.60)	
27			970.30	(232,990.47)	(236,650.78)	(243,861.94)	(254,410.51)	(267,989.53)	(284,213.35)	
28			960.60	(288,951.76)	(291,975.79)	(297,933.42)	(306,648.32)	(317,866.88)	(331,270.49)	
29			950.99	(334,857.77)	(337,331.14)	(342,203.93)	(349,331.91)	(358,507.65)	(369,470.55)	

Como podemos observar en el Cuadro N°5 con el precio de S/. 191 en los años 1 y 2, y S/. 218 en los años del 3 al 5 el VPN se vuelve cero, entonces hemos hallado en un solo paso el nivel de precios mínimo que puede soportar la empresa y/o proyecto.

Podemos realizar el mismo análisis para la cantidad y para el costo variable unitario.

Para la cantidad, debemos ingresar todo igual con el comando **Buscar objetivo** del menú **Herramientas**, y en el cuadro de diálogo desplegado se anota en **Definir la celda**, aquella donde aparece el resultado del VPN que hemos trabajado, en este caso, es la celda **C20**, **en el valor** se anota el número cero (0), para indicar que es el valor del VPN que queremos asignar a su límite y **para cambiar la celda**, se anota el valor de la cantidad, en este caso sería la variable que queremos analizar; para que vuelva cero el VPN, la celda será **D2**. Con ello obtenemos:

CUADRO N° 6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2			Cantidad	816.02	897.63	920.07	943.07	966.64	990.81	
3			Precio	220.00	220.00	250.00	250.00	250.00	250.00	
4			Costo variable	70	70	70	70	70	70	
5			0	1	2	3	4	5	6	
6										
7		Ingresos		179,525.15	197,477.67	230,016.60	235,767.02	241,661.19	247,702.72	
8	(-)	Costo variable		57,121.64	62,833.80	64,404.65	66,014.77	67,665.13	69,356.76	
9	(-)	Costo Fijo		60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	
10	(-)	Depreciación		50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	
11		EBIT		12,403.51	24,643.87	55,611.95	59,752.25	63,996.06	68,345.96	
12	(-)	Impuestos (30%)		3,721.05	7,393.16	16,683.59	17,925.68	19,198.82	20,503.79	
13	(+)	Depreciación		50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	
14		FEO		58,682.46	67,250.71	88,928.37	91,826.58	94,797.24	97,842.17	
15		GNK	(300,000.00)						73,500.00	
16		Var CTN	(60,000.00)						60,000.00	
17		FCLD	(360,000.00)	58,682.46	67,250.71	88,928.37	91,826.58	94,797.24	231,342.17	
18										
19		COK	15%							
20		VPN	-							
21										
22										
23			-	220.00	217.80	215.62	213.47	211.33	209.22	
24			816.02	-	(2,138.01)	(6,350.11)	(12,511.62)	(20,443.23)	(29,919.69)	
25			907.86	(33,665.15)	(35,485.58)	(39,072.00)	(44,318.26)	(51,071.70)	(59,140.51)	
26			799.78	(66,012.47)	(67,546.99)	(70,570.14)	(74,992.44)	(80,685.20)	(87,486.75)	
27			791.79	(96,901.33)	(98,181.90)	(100,704.77)	(104,395.24)	(109,145.92)	(114,821.91)	
28			783.87	(126,235.02)	(127,292.99)	(129,377.30)	(132,426.25)	(136,351.12)	(141,040.44)	
29			776.03	(153,950.88)	(154,816.20)	(156,520.97)	(159,014.73)	(162,224.91)	(166,060.33)	
30										
31										
32										

Como observamos en el Cuadro N° 6 la cantidad de ventas iniciales que vuelve cero el VPN es 816.02 unidades en el año 1 y luego esta se ha ido ajustando año tras año. Entonces tenemos los valores mínimos de ventas en cada año que representan el nivel de rentabilidad mínimo.

Para el caso de los costos variables unitarios, debemos ingresar todo igual con el comando **Buscar objetivo** del menú **Herramientas**, y en el cuadro de diálogo desplegado se anota en **Definir la celda**, aquella donde aparece el resultado del VPN que hemos trabajado, en este caso, es la celda **C20**; **en el valor** se anota el número cero (0), para indicar que es el valor del VPN que queremos asignar a su límite y **para cambiar la celda**, se anota el valor del costo variable unitario, en este caso sería la variable que queremos analizar, para que vuelva cero el VPN, la celda será **D4**. Con ello obtenemos:

CUADRO N° 7

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2			Cantidad	1,000.00	1,100.00	1,127.50	1,155.69	1,184.58	1,214.19	
3			Precio	220.00	220.00	250.00	250.00	250.00	250.00	
4			Costo variable	100.89	100.89	100.89	100.89	100.89	100.89	
5			0	1	2	3	4	5	6	
6										
7		Ingresos		220,000.00	242,000.00	281,875.00	288,921.88	296,144.92	303,548.54	
8	(-)	Costo variable		100,889.22	110,978.14	113,752.60	116,596.41	119,511.32	122,499.11	
9	(-)	Costo Fijo		60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	
10	(-)	Depreciación		50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	
11		EBIT		9,110.78	21,021.86	58,122.40	62,325.46	66,633.60	71,049.44	
12	(-)	Impuestos (30%)		2,733.23	6,306.56	17,436.72	18,697.64	19,990.08	21,314.83	
13	(+)	Depreciación		50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	
14		FEO		56,377.54	64,715.30	90,685.68	93,627.82	96,643.52	99,734.61	
15		GNK	(300,000.00)						73,500.00	
16		Var CTN	(60,000.00)						60,000.00	
17		FCLD	(360,000.00)	56,377.54	64,715.30	90,685.68	93,627.82	96,643.52	233,234.61	
18										
19		COK	15%							
20		VPN	-							
21										
22										
23			-	220.00	217.80	215.62	213.47	211.33	209.22	
24			1,000.00	-	(2,620.04)	(7,781.77)	(15,332.42)	(25,052.26)	(36,665.24)	
25			990.00	(40,343.24)	(42,574.09)	(46,969.09)	(53,398.15)	(61,674.18)	(71,562.14)	
26			980.10	(78,186.92)	(80,067.40)	(83,772.13)	(89,191.46)	(96,167.69)	(104,502.68)	
27			970.30	(113,411.87)	(114,981.16)	(118,072.81)	(122,595.32)	(128,417.07)	(135,372.74)	
28			960.60	(145,976.06)	(147,272.55)	(149,826.78)	(153,563.13)	(158,372.88)	(164,119.43)	
29			950.99	(175,898.77)	(176,969.19)	(179,048.31)	(182,104.29)	(186,038.22)	(190,738.37)	
30										

En este caso podemos observar en el Cuadro N° 7 que el nivel de costo variable unitario que vuelve cero al VPN, es S/. 100.89.

Además, podemos mencionar que este análisis se podrá realizar para cada variable que consideremos importante en su relación con el flujo de caja y por ende con el resultado del VPN, para el caso en estudio se ha obtenido valores distintos para los precios, cantidades y costos unitarios.

Para el caso de las unidades vendidas se ha obtenido que una reducción inicial del 18.40% generaría un nivel de VPN igual a cero.

Para el caso del precio se ha obtenido que una caída del precio del orden del 13.18% en los dos primeros años y 13% en los años siguientes generaría un VPN igual a cero.

Luego para el caso del costo variables unitarios, se ha obtenido que un incremento del orden del 44.13% generaría un VPN igual a cero.

No olvidemos que cuando hallamos VPN igual a cero estamos hallando la tasa interna de retorno del proyecto o dicho de otra manera si se utilizó el COK para hallar el VPN y este salió cero (0), entonces la rentabilidad del proyecto será solo el costo de oportunidad, es por ello que de ahí en adelante VPN positivo serán los valores importantes para cada variable, es decir, mayor precio y cantidad, y menor costo variable unitario que los encontrados.

En un informe posterior estaremos abordando el tema del análisis de escenarios.