

Ideas innovadoras para una mejor práctica de negocios



Volumen III, Noviembre de 2005

Estrategia Comercial: Formas Indirectas de Discriminación de Precios

Germán Coloma

Pág. 3

Fideicomiso en Argentina: Realidad y Problemática

Francisco Pertierra Cánepa

Pág. 8

Modelo de Comportamiento y Predicción de Incumplimiento Crediticio: el caso de empresas Pyme en Argentina

Bruno Plotnicki

Pág. 15

Simulación Aplicada al Análisis de Proyectos de Inversión- Técnica SAAPI

José Pablo Dapena

Pág. 20



UCEMA



SIMULACIÓN APLICADA AL ANÁLISIS DE PROYECTOS DE INVERSIÓN - TÉCNICA SAAP

José Pablo Dapena

El valor de un activo deriva principalmente de la disposición a pagar que tiene un cliente hacia los bienes y servicios que del mismo se producen. Dado que este carácter de valuación es subjetivo porque es condicional en quien lo lleva adelante, se puede afirmar que no existe un único valor, sino que existen rango de valores (estimados en base a información y con la ayuda de herramientas) en los cuales el practicante se siente satisfecho. Cuando el valor de mercado baja de ese rango, uno compra, cuando está por encima, vende. Dicho rango es asimismo cambiante ya que el arribo de nueva información y los eventos que se producen hacen que el mismo fluctúe constantemente (como de hecho sucede en los mercados de valores). Esta dinámica hace que el proceso de valuación de activos e inversiones sea muy similar al proceso de inferencia estadística; en este último, uno busca estimar a través de técnicas y herramientas estadísticas el valor de un parámetro poblacional desconocido, obteniendo un estimador que está sujeto a margen de error, lo que da lugar a intervalos de confianza. En el proceso de valuación sucede algo similar, uno busca estimar el valor real de un activo a través de técnicas y herramientas financieras que le permiten procesar la información con la que se cuenta, sabiendo que existirá un margen de error. Sabemos que es muy probable que nos equivoquemos al valorar, entonces la pregunta a hacerse es cuan equivocados podemos estar y en que dirección, por ello el concepto estadístico de **intervalo de confianza** aplicado al valor, y los precios máximos y mínimos a que el mismo da lugar, son de vital importancia frente a esta situación. Mientras mas difícil sea estimar el verdadero valor de un bien, activo o servicio, mas útil será la tarea de valuación y mas provechosas serán las herramientas utilizadas en tal sentido.

HERRAMIENTAS DE VALUACIÓN

Adentrándonos en las herramientas específicas, la técnica mas difundida de valuación es a través de la herramienta de flujo de fondos descontado, que

aproxima el valor de un activo a través del descuento de flujos de fondos futuros asociados o producto del mismo¹. Bajo esta metodología, los activos, bienes y servicios valen en función del flujo de fondos o caja que generan y no por sus ganancias económicas o contables (es válido el dicho utilizado en banca de inversión "earnings are estimates, cash is fact!"), que le dan poder de consumo o inversión a su propietario.

El método del flujo de fondos descontado valúa en consecuencia en función de los flujos de fondos futuros descontados por una tasa que refleja adecuadamente el paso del tiempo y la clase de riesgo del activo que origina los fondos. En consecuencia tendremos:

$$\text{Valor} = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{\text{FFAI}_t}{(1 + \text{wacc})^t}$$

donde FFAI_t es el flujo de fondos asociado a la inversión en el período t (Cash Flow) que puede tener implícita una tasa de crecimiento g , wacc es la tasa de descuento apropiada dada la clase de riesgo del flujo de fondos (costo promedio ponderado de financiamiento de la inversión o "weighted average cost of capital") y n es el período de vida de la inversión. De esta aplicación observamos que una inversión tendrá mayor valor en la medida que genere un mayor flujo de fondos asociado a un mayor crecimiento, y menos en la medida que la tasa de descuento sea mayor. La técnica de evaluación de inversiones en activos (financieros o reales) nos dice que debemos comparar el valor así obtenido con el costo de la inversión (que denominaré I), y de ser mayor, proceder con inversión, ya que el valor presente neto será positivo².

¹ Existen también técnicas de valuación a través del uso de comparables, y a través de opciones financieras, para mas detalles ver bibliografía.

² Considerando enfoques de opciones reales, las opciones de espera, abandono y crecimiento son valiosas y pueden influir en este análisis y generar inversiones aún cuando $V < I$ en el momento de análisis.

Otra manera de enfocar el proceso decisorio es a través del análisis de la tasa geométrica promedio que iguala la sumatoria del flujo de fondos futuro $FFAI_t$ con la inversión presente I por medio de la fórmula:

$$I = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{FFAI_t}{(1 + TIR)^t}$$

donde sabiendo I y los fondos futuros, se busca cual es la tasa TIR que los iguala, que se denomina tasa interna de retorno. Para saber si una inversión es rentable, comparamos la tasa TIR así obtenida con el costo de financiar la inversión I que he denominado $wacc$, e invierto si $TIR > wacc$, ya que la renta de la inversión supera su costo de financiamiento.

UN EJEMPLO SIMPLE

En el siguiente cuadro observamos la aplicación de las técnicas:

	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Residual
A Ventas		51.500,0	53.560,0	55.702,4	57.930,5	60.247,7	62.657,6	
B Costos		38.625,0	40.170,0	41.776,8	43.447,9	45.183,8	46.993,2	
C = A - B EBIT		12.875,0	13.390,0	13.925,6	14.482,6	15.061,9	15.664,4	
D - Impuesto		5.150,0	5.356,0	5.570,2	5.793,0	6.024,8	6.265,8	
E = C - D EBIAT		7.725,0	8.034,0	8.355,4	8.689,6	9.037,2	9.398,6	
G Fondos para Reinversión		5.150,0	5.356,0	5.570,2	5.793,0	6.024,8	6.265,8	
F = E - G Flujo de Fondos Libre	24.000,0	2.575,0	2.678,0	2.785,1	2.896,5	3.012,4	3.132,9	35.854
Factor de Descuento		0,89	0,80	0,71	0,64	0,57	0,51	
Valor Presente		2.299,1	2.134,9	1.982,4	1.840,8	1.709,3	1.587,2	18.164,8
Valor Total		\$29.718,5						
Inversión		\$24.000,0						
TIR		15,07%						
Tasa de Descuento		12,00%						

en base a estos supuestos (variables de input):

Variables de Input o Supuestos	
Tamaño Actual del Mercado	1.030.000,0
Crecimiento de Mercado	4,0%
Participación de Mercado	5,0%
Costos Operativos en %	75,0%
Tasa impositiva	40,0%
Reinversión	10,0%
Crecimiento de largo plazo	3,0%
Tasa de Descuento	12,0%
Inversión	24.000

de donde surge que el valor presente de los flujos de fondos asciende a \$ 29.718, siendo la inversión

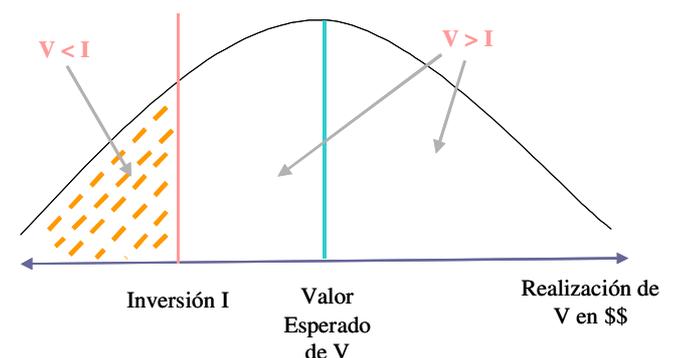
necesaria de \$ 24.000, lo que dada la regla de inversión tradicional aconseja invertir. De similar manera, dada la inversión, se observa que la TIR es de 15.07%, siendo el costo del capital o tasa de descuento de 12%; bajo esta regla también se presenta como una buena oportunidad de inversión.

LA RELEVANCIA DE LA INCERTIDUMBRE

Utilizando el espectro de herramientas descripto previamente estamos en condiciones de estimar adecuadamente el valor de un activo objeto de inversión. Lo que no se ha tenido en cuenta en este proceso, es que el tanto el valor V como la tasa TIR son variables de output obtenidas a partir de variables de input que poseen carácter aleatorio o incierto (crecimiento de mercado, participación de mercado, costos operativos, tasa de descuento, etc) de las que se ha utilizado su valor esperado. Esto significa que los outputs (Valor o TIR) representan el valor esperado de una variable aleatoria, que a su vez tendrá asociado un

intervalo de confianza, pero que se admite que la realización posterior de dicho Valor V o TIR puede ser diferente (riesgo o margen de error, ya que por ejemplo las ventas realizadas pueden diferir de las ventas pronosticadas, lo que cambia el valor obtenido originalmente convirtiéndolo en aleatorio).

La regla de decisiones de inversión expuesta anteriormente se podría expresar gráficamente de la siguiente manera:



donde se observa que no obstante el valor esperado V es mayor que la inversión I, su realización puede superarla ampliamente, o eventualmente quedar en zona de pérdida (por debajo o de I, o gráficamente a su izquierda al momento de la realización).

¿Como se puede incorporar explícitamente el hecho que las variables de input pueden diferir de su valor esperado o considerado, dando lugar a variaciones en las variables de output (valor del activo objeto de inversión)? La forma mas simple es a través de la sensibilidad.

MODELOS DE SENSITIVIDAD

En el análisis de sensibilidad, lo que se hace es mover el valor de una variable de input y evaluar como responde la variable de output. Considerando solo un input, el análisis quedaría expresado como una tabla de dos variables, donde diferentes valores del input dan lugar a diferentes valores de output, por ejemplo en el caso considerado movemos el pronóstico de crecimiento de mercado y cambia el valor asociado al proyecto:

Crecimiento de mercado	Valor
1%	\$26,511.4
2%	\$27,542.4
3%	\$28,611.1
4%	\$29,718.5
5%	\$30,865.7
6%	\$32,053.8
7%	\$33,284.0

También se puede considerar una tabla de dos entradas para reflejar el cambio en dos variables de input, y el impacto que dichas combinaciones tienen en la variable de output, tales como en el ejemplo:

Participación/ Crecimiento	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
1%	\$10,604.6	\$15,906.9	\$21,209.1	\$26,511.4	\$31,813.7	\$37,116.0	\$42,418.3
2%	\$11,017.0	\$16,525.5	\$22,034.0	\$27,542.4	\$33,050.9	\$38,559.4	\$44,067.9
3%	\$11,444.4	\$17,166.7	\$22,888.9	\$28,611.1	\$34,333.3	\$40,055.6	\$45,777.8
4%	\$11,887.4	\$17,831.1	\$23,774.8	\$29,718.5	\$35,662.2	\$41,605.9	\$47,549.6
5%	\$12,346.3	\$18,519.4	\$24,692.6	\$30,865.7	\$37,038.8	\$43,212.0	\$49,385.1
6%	\$12,821.5	\$19,232.3	\$25,643.1	\$32,053.8	\$38,464.6	\$44,875.3	\$51,286.1
7%	\$13,313.6	\$19,970.4	\$26,627.2	\$33,284.0	\$39,940.8	\$46,597.6	\$53,254.4

donde se generan movimientos en las variables de input de "crecimiento de mercado" y "participación de mercado" y se observa como impactan los movimientos conjuntos en el valor de la inversión (el mismo análisis de puede realizar para la variable de output TIR).

En el caso que fuesen tres las variables de input que se cambian, se debiera utilizar una tabla de tres dimensiones, pero el problema se complica cuando son cuatro o mas (es muy difícil encontrar proyectos donde la incertidumbre total esté limitada a tres o menos variables únicamente). A pesar de la utilidad y el uso extendido que se hace del análisis de sensibilidad, es incompleto ya que es poco realista considerar en un proyecto que solo dos o tres variables son aleatorias mientras el resto se mantiene constante; en realidad todas las variables aleatorias del modelo pueden adoptar valores diferentes a los estimados, y al mismo tiempo, y mas aún, los cambios en las variables pueden estar correlacionados entre si, lo que dificulta el análisis. Para este tipo de situaciones, conviene utilizar la técnica de simulación montecarlo, que permite inyectar incertidumbre en un conjunto significativo de variables de input, y evaluar como repercuten en conjunto en la variable de output.

MODELOS DE SIMULACIÓN

A través de esta técnica, se asigna un comportamiento aleatorio a cada variable de input sobre la que no exista certidumbre en su realización (a través de definir que cada input tiene asociado una distribución de frecuencia determinada, -como la distribución normal, donde es mas probable que el valor realizado se encuentre cerca de la media teniendo en cuenta cierto desvío, -o la uniforme, donde se debe establecer entre que mínimo y que máximo puede

fluctuar la variable aleatoria de input de manera equiprobable, -o la triangular, donde el input fluctúa entre un mínimo y un máximo con mayor probabilidad hacia un valor en especial, y así

indefinidamente estableciendo distribuciones de frecuencia y parámetros asociados a cada variable aleatoria de input (independientemente de cuantas sean, y con las correlaciones necesarias). Con esta inyección de incertidumbre³, la simulación generará realizaciones para cada variable aleatoria de input, proveyendo de incertidumbre a la variable aleatoria de output, determinando un rango de variación posible (el intervalo del que hemos hablado previamente) para el output "Valor" o "TIR".

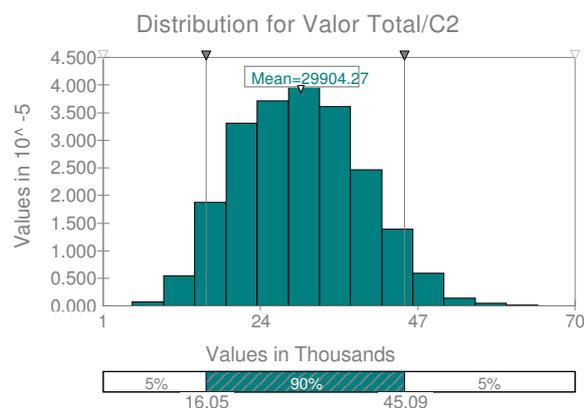
Aplicación al caso de ejemplo

El mecanismo a seguir en el uso de esta herramienta será el de atribuirle un comportamiento aleatorio a cada una de las variables sobre las que no se puede hacer una estimación exacta (en términos simples, será decir que “el crecimiento de largo plazo del mercado puede fluctuar entre 3% y 5% con igual probabilidad”, o que “el margen de ganancias sigue una distribución normal con media 20% y volatilidad de 3%”, “el requerimiento de inversión en capital de trabajo fluctúa entre 5% y 7% del incremento en las ventas netas”, y así sucesivamente en todas las variables cuyo valor exacto no se pueda predecir, asociando a cada variable un comportamiento aleatorio. Para definir el comportamiento aleatorio de la variable de input, se puede utilizar como base su comportamiento histórico, y si no lo tuviese, puedo hacer una estimación subjetiva. Inyectaremos en el proyecto que se expuso previamente la siguiente incertidumbre.

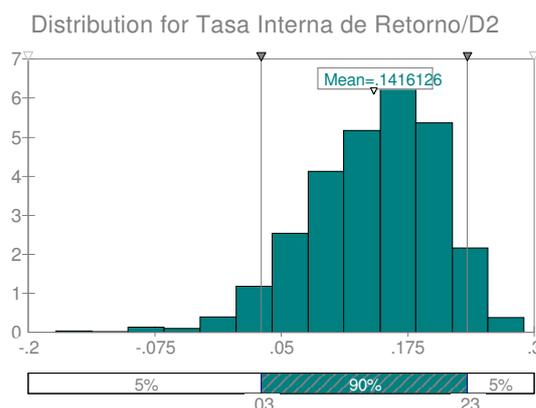
Variables de Input	Valor Esperado	Perfil de Incertidumbre
Crecimiento de Mercado	4,0%	Distribución normal con media 4% y desviación estándar 0,5%
Participación de Mercado	5,0%	Distribución normal con media 5% y desviación estándar 0,5%
Costos Operativos en %	75,0%	Distribución uniforme con mínimo de 75% y máximo de 85%
Tasa impositiva	40,0%	Determinística
Reinversión	10,0%	Distribución normal con media 10% y desviación estándar 1%
Crecimiento de largo plazo	3,0%	Distribución uniforme con mínimo de 2,5% y máximo de 3,55%
Tasa de Descuento	12,0%	Distribución uniforme con mínimo de 11% y máximo de 13%
Inversión	24.000	Determinística

³ A los efectos de este artículo, usaré el software @Risk. Un software similar, Simula 4.0 puede bajarse gratuitamente de <http://www.cema.edu.ar/~jvarela/simulacion.htm>

Luego se procede a la simulación que consiste en generar escenarios para la variable de output a partir de las potenciales realizaciones conjuntas de las variables de input (a través de un proceso de generación de números aleatorios), y dado esos valores de input se calcula la valuación, obteniéndose un valor consistente con los valores generados, procediendo a guardar esta valuación; luego se repite el procedimiento generando otros valores posibles de las variables de inputs y guardando la valuación (output). Repitiendo n veces este procedimiento en el que se genera una realización para cada variable aleatoria, obtendremos n realizaciones posibles para la variable de output de Valor o TIR a través de un proceso de simulación Montecarlo. Ordenando estos n outputs posibles de menor a mayor, por propiedades estadísticas (Teorema del Límite Central) encontraremos que las realizaciones de la variable de output convergen en distribución a una distribución normal, como la que se observa en el siguiente gráfico de histograma que surge de 2500 iteraciones o escenarios para el cálculo del valor :



De similar manera, la TIR como variable de output tiene la siguiente conducta luego de correr el proceso:



Los estadística descriptiva para las variables de output Valor y TIR se encuentran expresados en la siguiente tabla:

Estadística Descriptiva del valor del Proyecto y de la TIR

	Valor	Tir
Minimum	\$ 5.321,9	-17,28%
Media	\$ 29.904,3	14,16%
Maximum	\$ 64.509,6	29,01%
Desviacion Estandar	\$ 8.910,8	6,41%
Modo	\$ 33.830,2	17,53%
5th Perc.	\$ 16.048,4	3,00%
95th Perc.	\$ 45.092,8	23,42%

donde se observa el valor esperado⁴, el mínimo y máximo que alcanzan las variables de output, su desviación estándar, el valor mas probable, y los límites de un intervalo de confianza que con un 90% de exactitud⁵ captura el verdadero valor del estimador que se busca (definido entre \$ 16.048 y \$ 45.092 para el valor, y 3% y 23.42% para la TIR). De esta manera, con la herramienta de simulación hemos generado un intervalo de posibles valores, con máximo y mínimo (estadísticos) para los posibles valores de la firma o proyecto, estando relativamente seguros de los posibles valores que puede adoptar el proyecto (el rango de variación del mismo).

Contamos con 2500 resultados para cada una de las variables de output, lo que nos permite enriquecer el análisis del proyecto, ya que considerando una inversión requerida de \$ 24.000 que actúa como "bisagra" en los valores, existirán realizaciones o escenarios donde el valor realizado del proyecto se encuentre por debajo de dicho monto de inversión; en el presente caso, 698 realizaciones de valor caen por debajo de I, por lo que la probabilidad que la inversión no sea rentable es de $698/2500 = 27.92\%$, dato relevante en el análisis.

El mismo estudio puede aplicarse para la TIR⁶, calculando la probabilidad que la realización de la

⁴ No es igual al obtenido por cálculo ya que este surge del promedio de 2.500 realizaciones, y el otro es exacto.

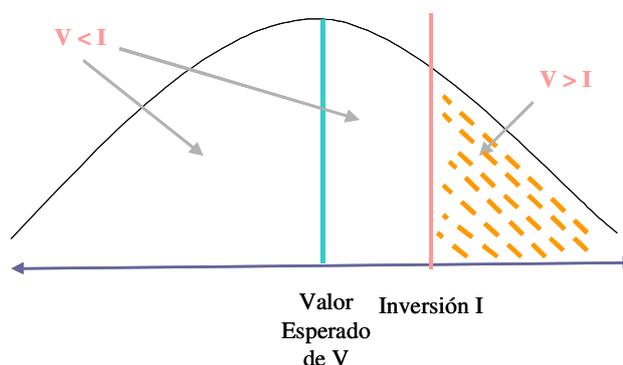
⁵ Estamos 90% "seguros" que el verdadero valor se encuentra en estos límites a partir de los inputs que se utilizaron.

⁶ Dos puntos son interesantes en el análisis de la TIR:

- el primero es que al no tener que calcular una tasa de costo de capital, permite calcular probabilidades de perder con el proyecto para diferentes tasas de costo de capital; asimismo, si la firma maneja tasas de corte o "hurdle rates",

TIR se encuentre por debajo del wacc ($TIR < wacc$) que es de 12% (302 de 2500 realizaciones de la TIR caen por debajo del wacc). Surge como relevante que no obstante la inversión es rentable analizada bajo ambos métodos, las probabilidades de perder dinero difieren de acuerdo al método utilizado (lo cual puede ser un resultado de las características de las distribuciones, donde de acuerdo a los histogramas expuestos, se observa que la distribución de la TIR está mas sesgada hacia la derecha). Esta asimetría entre las dos técnicas representa un elemento relevante al momento de la decisión y no es tenido en cuenta en la metodología tradicional de evaluación de inversiones.

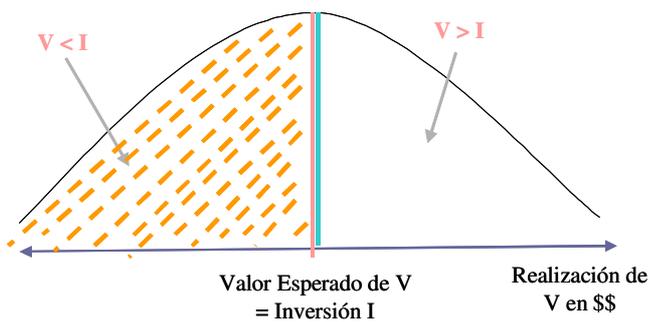
Siguiendo el análisis con la misma mecánica, hemos visto que la técnica presentada permite al practicante evaluar probabilidades de perder dinero en proyectos que son rentables (donde $V > I$ o $TIR > wacc$); de similar manera le permitirán evaluar las probabilidades de ganar dinero en proyectos que no son rentables ($V < I$ o $TIR < wacc$) conforme surge del siguiente gráfico:



Finalmente, un dato interesante es que si uno se encuentra indiferente ($V = I$ o $TIR = wacc$) y la distribución de probabilidades del output es razonablemente simétrica, la probabilidad de perder dinero con el mismo es muy similar a la de ganar dinero (aproximadamente 50% para cada lado) conforme se observa en el siguiente gráfico:

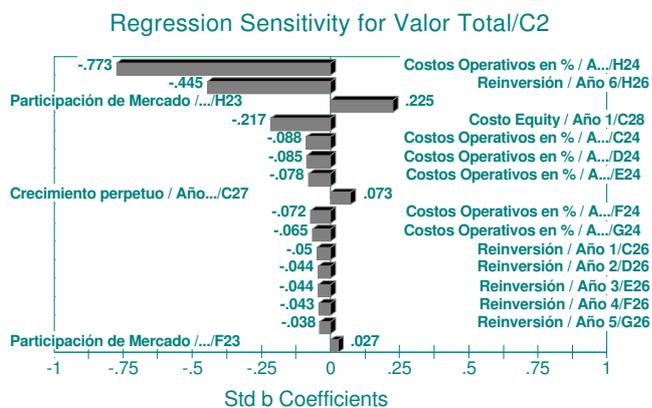
es mas fácil de realizar la comparación y la estimación de probabilidades

- el segundo es que la medida de volatilidad se encuentra expresada en términos de porcentuales, al ser la volatilidad de la Tir, lo que permite hacer aproximaciones a un beta en modelos de CAPM, o permite estimar el valor de opciones reales (de inversión o abandono) asociadas al proyecto.



Análisis de Correlaciones

En el desarrollo de la técnica que se expone en el presente artículo, el análisis descrito anteriormente debe complementarse con un análisis de sensibilidad a partir de correlaciones. Este análisis se basa en el hecho que la variable de output y las variables de input tienen una variabilidad asociada, entonces mide con que variable de inputs se muestra más correlacionada la variable de output, tanto positiva como negativamente. El gráfico se denomina "tornado" por su forma, y permite ver cuales es la variable de input que mas incide en la variable de output. El objetivo es por un lado poder verificar que la incertidumbre inyectada es razonable, caso contrario se revisan los comportamiento de las variables de input; por otro lado permite hacer análisis y gestión del riesgo ("risk management") del proyecto, ya que se buscará cobertura o seguros para aquellas variables que mas incide en la variabilidad del valor del proyecto. En el caso de la variable "Valor" de output se observa el correspondiente gráfico para el ejemplo considerado en base a la simulación corrida:



de donde surge que la variable de input que mas impacta en la variabilidad (y por ende en el riesgo de realización) del valor del proyecto es la de

costos operativos (con una correlación de -0.773), y luego la reinversión (con una correlación de -0.445), ambas correlaciones negativas, que implica que valores altos en la realización de estos inputs impactan negativamente en el valor del proyecto. Contando con esta información sobre asociación de variables y causales de riesgo, podemos hacer gestión del riesgo del proyecto a través de disminuir el rango de variación de dichas variables de input (a través de por ejemplo cobertura por medio de seguros, tercerización de costos y/u otros mecanismos de transferencia de riesgo) que permitan disminuir la variabilidad o incertidumbre en la realización del valor del proyecto. En el presente ejemplo los costos fluctúan uniformemente entre un 70 y 80% de ventas, con una media de 75%; supongamos que luego de este análisis de correlaciones observamos la incidencia de la incertidumbre de costos en el riesgo de realización del valor asociado al proyecto; si por ejemplo se tercerizan parte de los costos por un precio fijo, transfiriendo el riesgo y esto resulta en por ejemplo una disminución de la variabilidad de los costos (que pasan a fluctuar entre 73% y 77%), al correr nuevamente el proceso de simulación podremos observar el impacto que dicha iniciativa tuvo en el riesgo del proyecto reduciendo su variabilidad⁷ (de similar manera se pueden usar cobertura de derivados, futuros, etc). Este análisis de riesgos se puede correr para todas las variables, buscando cobertura directa o indirecta, con transferencia del riesgo parcial o total.

CONCLUSIONES

La evaluación de inversiones en activos reales o financieros se realizan con valores esperados. Reconocer que los mismos son producto de variables aleatorias implica incorporar una dimensión completamente nueva de análisis a la evaluación de una inversión. La simulación corre con la ventaja de poder incorporar muchas variables aleatorias al mismo tiempo, expresando toda la incertidumbre en la variable de output u objeto de análisis. Contando con valores límites tanto de inversión como de costo de capital, se puede calcular la probabilidad de perder dinero

⁷ El costo de transferencia de riesgo debe ser menor a la ganancia asociada a la reducción de la variabilidad del valor.

con un proyecto (asimismo se puede dar la paradoja de que el proyecto tenga un valor menor al de la inversión, pero existen escenarios donde en el mismo se gana dinero, pudiendo calcular la probabilidad de ganar dinero en proyectos no rentables).

El análisis se puede ver complementado con las el análisis de las correlaciones, lo que permite lograr una mejor identificación de las fuentes de riesgos asociadas al valor del proyecto para su adecuada gestión y eventual cobertura.

Referencias Bibliográficas

- Beltrán A. y Cueva H. *Evaluación Privada de Proyectos*. Universidad del Pacifico. 1999.
- Chao Lincoln. *Estadística para las Ciencias Administrativas*. Mc Graw Hill, 1993.
- Damodaran, Aswath. *Investment Valuation, Tools and Techniques for determining the Value of any Asset*. Wiley Frontiers in Finance, 1996 2^a.
- Hertz David. "Risk Análisis in Capital Investment", *Harvard Business Review*, Septiembre 1979.
- Sapag Chaín, N. *Evaluación de Proyectos de Inversión en la Empresa*. Prentice Hall 2001.