

Rodolfo Páez ¹

¹ Licenciado en Economía (UBA), Magister en Dirección de Empresas (UADE Business School), Director de la Carrera de Comercio Internacional (UdeMM).

Consideración de la incertidumbre en las decisiones de inversión en negocios comerciales internacionales

Resumen

En el presente trabajo se desarrollará una metodología para la toma de decisiones sobre proyectos de inversión haciendo hincapié en su aplicación a los negocios comerciales internacionales. Tal metodología profundiza la combinación de diversos instrumentos analíticos para la evaluación de dichas decisiones en contextos de incertidumbre, como el que plantea la economía global: análisis de escenarios, criterio del Valor Actual Neto, técnicas de simulación de Montecarlo y de Opciones Reales. Asimismo combina este instrumental con tres etapas analíticas de la estrategia competitiva: posicionamiento, sustentación y flexibilidad. Particularmente, se hace tratamiento de esta última en los negocios internacionales en aquellas decisiones contingentes, es decir las que una vez tomadas resulta posible reorientarlas tratando de mejorar o aprovechar la oportunidad que plantea la incertidumbre. La alta incertidumbre que circunda los negocios internacionales y las oportunidades que estas producen acentúan la necesidad de evaluar la flexibilidad de las decisiones de inversión.

1. Globalización

La actualidad nos presenta un mundo globalizado, un mundo en el que la envergadura de la actividad económica traspasa las fronteras políticas nacionales y regionales. Se caracteriza, en relación con períodos históricos anteriores, por una mayor intensidad en el comercio internacional de mercaderías y servicios, una perfecta movilidad de los capitales —hacia inversiones de cartera e inversiones directas— y, frecuentemente, un importante flujo migratorio de personas. La globalización está dirigida, por agentes económicos, usualmente en la búsqueda de rentabilidad en un marco de incertidumbre.

2. Incertidumbre y Riesgo

La incertidumbre, nace en relación con la información que dispone quien desarrolla sus acciones en el mundo globalizado cuando encara decisiones económicas, particularmente las que implican inversiones de importante magnitud: información incompleta, imperfecta, asimétrica. La incer-

tidumbre existe siempre que no se sabe con seguridad lo que ocurrirá en el futuro.

Con la globalización, el mundo de los negocios cambia rápidamente. Con la rapidez del cambio aparece la incertidumbre y con la incertidumbre el riesgo.

En las decisiones económicas, la incertidumbre se la define mediante el concepto estadístico matemático de “probabilidad”. Pero, este concepto admite dos variantes: “probabilidad subjetiva” y “probabilidad objetiva”. Cuando la probabilidad puede deducirse basándose en el cálculo combinatorio de la realidad de los hechos posibles o, estimarse mediante el análisis frecuencial de estadísticas de resultados históricos de un número suficientemente grande de actos repetitivos, se habla de probabilidad objetiva.

Se dice entonces, que la incertidumbre se define con el concepto de “probabilidad subjetiva”, en tanto que el “riesgo” se lo hace a través de la “probabilidad objetiva”.

En el mundo de los negocios, las probabilidades son por lo general subjetivas, aunque metodológicamente se

las trate como si fueran objetivas. Aún en los ambientes más inciertos, resulta posible obtener cierta información estratégica que nos permita, a través de su análisis, penetrar en la incertidumbre. Luego, mediante la aplicación de metodologías apropiadas se procede a identificar la incertidumbre residual, es decir la que queda una vez efectuado el mejor análisis posible que intenta separar lo ocurrido de lo a ocurrir.

Así, se suele señalar que existen distintos niveles de incertidumbre. Por ejemplo, frente a una proyección del porcentaje de un mercado que una empresa captará para su producto, podrá con la información disponible estimarse:

- a) Captar un X % durante el horizonte futuro de planeamiento (nivel 1).
- b) Captar X %, Y % o Z %, durante el horizonte futuro de planeamiento (nivel 2).
- c) Captar entre un X % y un Z %, durante el horizonte futuro de planeamiento (nivel 3)
- d) No existe ninguna forma confiable como para pronosticar qué porcentaje del mercado captará la empresa.

Los niveles 2 y 3 son los que generalmente ocurren en los negocios económicos.

La incertidumbre es una condición necesaria pero no suficiente del riesgo. Toda situación riesgosa es incierta, pero puede haber incertidumbre sin riesgo. El riesgo es la incertidumbre que importa porque incidirá en la rentabilidad de los negocios.

El nivel de incertidumbre y, por lo tanto de riesgo, con el que se enfrentan los negocios, tal vez resulta mucho mayor en el mercado internacional que en un mercado doméstico.

3. Incertidumbre: oportunidades y amenazas

La globalización de los mercados y la magnitud del factor incertidumbre producen oportunidades y amenazas para los negocios comerciales internacionales, entre ellas:

- Oportunidades:
 - Ampliación de los mercados objetivos y efectivos.
 - Incursión en costos laborales inferiores a los del mercado local.
 - Acceso a conocimientos específicos desarrollados en otros países.
 - Obtención de financiamiento óptimo para las inversiones.
 - Especialización en nichos de mercado que no serían rentables en un contexto de competencia multimétrica, pero que sí lo son en un ámbito de mercados a escala global.
- Amenazas:
 - Enfrentar a competidores cuya estructura de costos se beneficia de economías de escala a nivel mundial al diseñar y producir para un único mercado global, de menores costos de producción al realizar las actividades productivas en aquellos emplazamientos con menores costos laborales, así como de mejoras tecnológicas al beneficiarse de múltiples fuentes de conocimiento.

La globalización ha forzado a muchas empresas a emprender un proceso de internacionalización acelerado, en la búsqueda no sólo del acceso a nuevos mercados, sino también un rápido acceso a recursos necesarios para competir a nivel global.

La inserción de empresas en el mercado internacional puede efectuarse de distintas modalidades, según el grado de experiencia, grado de control y compromiso:

• Modalidades de exportación:

- a) Exportación directa:
 - Agentes, representantes o brokers comerciales internacionales.
 - Compañía de import-export a comisión.
 - Compañías de comercio internacional o trading companies.
 - Exportación canguro (piggy back).
 - Consorcios de exportación.
 - Importador-distribuidor.
- b) Exportación indirecta:
 - Generalmente es un preámbulo de la constitución de filiales comerciales con el objetivo de dar un mayor servicio y mejor seguimiento a clientes.

- Modalidades distintas de la exportación:
 - Inversión directa en el exterior (filiales comerciales y/o productivas).
 - Joint ventures.
 - Franquicias internacionales.
 - Licencias internacionales.
 - Contratos de gestión.
 - Adquisición de compañías locales.
 - Alianzas de marcas.

4. Decisiones estratégicas de inversión en negocios comerciales internacionales

Una empresa que incursiona con sus productos en el mercado internacional, a fin de lograr un pleno desarrollo en este campo, debe ir creciendo hasta alcanzar escalones superiores de experiencia y compromiso. Esta forma de internacionalización gradual llegará a implicar inversiones que deberán de ser convenientemente evaluadas antes de tomar una decisión de concreción.

Las decisiones en inversiones internacionales suelen ser, por su envergadura,

de importante carácter estratégico. Se dicen de importante carácter estratégico por su gran irreversibilidad. Implican un alto compromiso y se constituyen en las más difíciles de tomar pues obligan a incursionar en el futuro incierto en sus múltiples dimensiones.

Una metodología, para el análisis de este tipo de decisiones de inversión, a disposición de quienes incursionan en las mismas, puede ser la siguiente:

- Definición de escenarios posibles de ocurrencia.
- Evaluación de los escenarios definidos con el criterio del Valor Actual Neto (VAN):
- Evaluación del posicionamiento
- Evaluación de la sustentación
- Aplicación de técnicas de Simulación de Montecarlo
- De tratarse de una decisión contingente, es decir que una vez ejecutada implique tomar otra opción de oportunidad después de observar como se desarrollan los acontecimientos, aplicación de la técnica de "opciones reales".

5. Definición de escenarios posibles de ocurrencia

La definición de escenarios implica la aplicación de conocimientos de microeconomía y de macroeconomía. En efecto, se trata de desarrollar una visión de la situación histórica, actual y futura de la economía doméstica, de la internacional en general y la de los mercados hacia los cuales se van a dirigir los resultados de las decisiones de inversión. Esta visión debe permitir analizar y proyectar estimativamente el comportamiento de variables económicas y financieras que puedan impactar la decisión de inversión, tales como:

niveles y tasas de crecimiento del Producto Bruto Interno, poblaciones objetivo, tasas de inflación, tipos de cambio, tasas de interés, riesgo país, entre otras.

En función del comportamiento estimativo futuro de estas variables, de una manera combinada, se podrán proyectar distintos "flujos de fondos", según escenarios.

Generalmente, en la práctica, se suelen definir tres escenarios: uno optimista, uno de media y otro pesimista, de la combinación de las variables consideradas y por lo tanto de los flujos de fondos. Sin embargo, según el grado de incertidumbre y de la posibilidad de manejo analítico, pueden definirse escenarios adicionales. Resulta importante, explicitar con claridad los supuestos adoptados para cada escenario.

6. Evaluación de los escenarios definidos, con el criterio del Valor Actual Neto (VAN). Posicionamiento y Sustentación

El criterio del Valor Actual Neto se define de la siguiente forma:

$$VAN = \sum_0^n \frac{(FNFt)}{(1+r)^t} \geq 0 \quad (1)$$

Donde:

FNFt = Flujo Neto de Fondo del período "t" = It - Ct

It = Ingresos incrementales de fondos del período "t"

Ct = Egresos incrementales de fondos, por costos, del período "t"

r = Costo promedio ponderado de capital

Para que la inversión sea rentable, el VAN debe ser mayor o igual que cero, preferentemente mayor.

La primera condición que debe lograr una empresa para cumplir con su objetivo —crear valor— es la de tener ventaja competitiva en los mercados es decir, la de poseer un buen "posicionamiento". Este, se puede lograr fundamentalmente de dos formas: mediante costos más bajos que los de la competencia y/o ofreciendo productos que sean de preferencia de los consumidores, frente a los de aquella. Una estimación del posicionamiento competitivo de la empresa se basa, en definitiva, tanto en el precio de los productos en un determinado momento, como en sus costos medios en comparación con los de la competencia. En materia del precio, se trata de considerar, en la evaluación, uno que sea competitivo.

Luego, la evaluación de un proyecto de inversión, desde el punto de vista del posicionamiento, se efectúa definiendo dos situaciones: "con proyecto" y "sin proyecto" y los flujos de fondos se definirán considerando:

- Ingresos Incrementales del Proyecto, del Período "t":
- Ingresos atribuibles a la situación "con proyecto" (a un precio competitivo), del período "t".
- Egresos atribuibles a la situación "sin proyecto" que son ahorrados, del período "t".
- Egresos Incrementales del Proyecto, del Período "t":
- Egresos por costos atribuibles a la situación "con proyecto", del período "t".
- Ingresos atribuibles a la situación "sin proyecto", que son perdidos, del período "t".

Evaluado el posicionamiento, corresponde hacerlo con la sustentación. Un buen posicionamiento, resulta difícil de sustentar pues las ventajas

competitivas que se obtienen pueden ser vulneradas por las reacciones de los competidores, existentes o nuevos en el mercado, mediante por ejemplo la imitación. Asimismo, otros agentes no propietarios de la empresa, como proveedores, clientes y personal, pueden ejercer presiones que procuren una expropiación de la renta. Finalmente, puede aparecer improductividades a lo largo de la operatividad del proyecto objeto de la inversión. La principal condición que debe existir para que una posición competitiva lograda se mantenga sustentable en el tiempo, es que la empresa, y el proyecto de inversión, cuente con recursos que sean difíciles de adquirir por la competencia, recursos que impidan la imitación. Recursos como estos son los que:

- Generan economías de escala.
- Generan economías de ámbito.
- Se producen con el uso y generan beneficios de experiencia.
- Funcionan complementariamente como un sistema que tiene un largo período de desarrollo.
- Tienen un acceso preferencial.

El análisis de la sustentación se centra en la dinámica competitiva considerando la respuesta de los no propietarios de la empresa frente al buen posicionamiento.

La evaluación del proyecto de inversión desde el punto de vista de la sustentación se realiza comparando el peso y la velocidad de la posible reducción de la ventaja competitiva del producto en las situaciones definidas como “con proyecto” y “sin proyecto”. Las variables que afectan al posicionamiento y a la sustentación también deben ser contempladas en el análisis de escenarios.

7. Aplicación de técnicas de Simulación de Montecarlo

Evaluada la sustentación del proyecto de inversión internacional—previamente se había verificado el posicionamiento— para cada escenario de posibilidad, se procede a profundizar la consideración de la incertidumbre y por lo tanto del riesgo.

Para ello, se empleará la siguiente metodología en base a una “técnica de simulación de Montecarlo”:

- Se eligen las variables que se van a simular. Deben elegirse aquellas que: a) influyan sensiblemente sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto de inversión (en nuestro caso el VAN), b) resultan difíciles de cuantificar con relativa precisión los valores que adoptarán en el futuro.
- Se determina el tipo de distribución de probabilidades a las que se ajustan las variables a simular. Esto se hace, en lo posible, en base a la información empírica disponible a través de registros históricos o recopilada especialmente al efecto. En el caso de que no exista tal información disponible, todo queda librado al juicio de quien aplica el modelo. Si no se tiene idea de que distribución utilizar, deberá definir a criterio un rango o intervalo de valores [a,b] que podría asumir la variable crítica, por ejemplo:
 - Podrá seleccionar la distribución “rectangular o uniforme”, si se considera que todos los valores dentro del rango son igualmente probables.
 - Podrá utilizar la distribución “triangular”, si se entiende que un cierto valor “c”, comprendido entre “a” y “b” tiene una probabilidad de ocurrencia mayor al resto.

- Se determina el número de simulaciones a realizar, es decir el tamaño de la muestra artificial. Las técnicas de Montecarlo se basan en el azar y exigen, entre otros aspectos, la obtención de muestras aleatorias artificiales por ser generadas a partir de poblaciones que no tienen concreción material alguna, son una abstracción teórica.
- Se simulan las variables seleccionadas
- Con las variables simuladas, se calcula una serie de Valores Actuales Netos (VAN) del proyecto.
- Con los VAN se obtiene una “Tabla de Frecuencias” que permita analizar las probabilidades de ocurrencia de los mismos.

Veamos un ejemplo: supongamos que se trata de la evaluación de un proyecto de inversión internacional que, dadas sus características se consideran como variables a simular: el costo de inversión, que se realiza en el período “cero”, los flujos netos de fondos y la tasa de costo promedio ponderado de capital. Suponemos que el proyecto ya ha sido analizado desde los puntos de vista del posicionamiento y de la sustentación. De la evaluación de esta última, se obtiene la información necesaria para simular las variables.

A los efectos comprensivos de la metodología, se asumen como representativas para las variables a simular, dos distribuciones de probabilidad: la “rectangular”, para el costo de inversión y los flujos netos de fondos, y la triangular para la tasa de costo promedio ponderado de capital. Asimismo, a iguales efectos se consideran sólo doce simulaciones como tamaño de la muestra.

Se parte de los siguientes datos de la Tabla N° 1, obtenidos de la evaluación de la sustentación:

Variables a simular

Tabla N° 1

Períodos (años)	Variables a Simular				
	Costo y Flujos Netos (M\$)		Costo de Capital (%) (r)		
	Mínimo (a)	Máximo (b)	Mín.(a)	Máx.(b)	Moda(m)
0 (F0)	-6.000	-9.000	8,00	14,00	12.00
1 (F1)	3.000	5.000			
2 (F2)	2.500	3.500			
3 (F3)	3.000	3.600			
4 (F4)	2.500	3.500			
5 (F5)	1.800	2.400			

Para la aplicación de la técnica, se requieren series de “Números Aleatorios”, teniendo en cuenta las varia-

bles a simular y el número de simulaciones. Supongamos los números aleatorios de la Tabla N° 2.

Números aleatorios

Tabla N° 2

Número de Simulación	Números Aleatorios (T)						
	1er. Bloque	2º. Bloque	3er. Bloque	4º. Bloque	5º. Bloque	6º. Bloque	7º. Bloque
	(Fo)	(F1)	(F2)	(F3)	(F4)	(F5)	(r)
1	929	438	615	366	857	864	014
2	118	897	642	703	841	979	609
3	399	046	205	193	707	502	952
4	918	476	643	928	698	673	695
5	001	487	252	453	863	070	600
6	903	484	290	534	507	162	090
7	192	039	293	420	710	929	793
8	746	988	549	646	226	855	322
9	761	802	877	642	579	921	707
10	663	249	379	265	018	365	519
11	785	396	368	787	268	057	224
12	180	159	803	006	744	491	318

A continuación, se generan las muestras artificiales:

- Costo de inversión y Flujos Netos de Fondos. Distribución rectangular:

$$F(x) = \frac{1}{b-a} \int_a^x dx \quad (2)$$

Resolviendo la integral:

$$F(x) = \frac{x-a}{b-a} \quad (3)$$

Y, para generar las muestras artificiales, igualamos a los números aleatorios T:

$$\frac{x-a}{b-a} = T \text{ de donde, } x = a + (b-a) T \quad (4)$$

Esta última ecuación al aplicarla a la primera simulación permite determinar los siguientes valores del costo de inversión (período 0) y de los Flujos Netos de Fondos (Períodos 1 al 5):

$$F_0 = 6.000 + (9.000 - 6.000) 0,929 = 8.787$$

$$F_1 = 3.000 + (5.000 - 3.000) 0,438 = 3.876$$

$$F_2 = 2.500 + (3.500 - 2.500) 0,615 = 3.115$$

$$F_3 = 3.000 + (3.600 - 3.000) 0,366 = 3.220$$

$$F_4 = 2.500 + (3.500 - 2.500) 0,857 = 3.357$$

$$F_5 = 1.800 + (2.400 - 1.800) 0,864 = 2.318$$

Para las siguientes once simulaciones se procede de la misma manera.

- Costo Promedio Ponderado de Capital. Función de Distribución triangular.

La función de distribución triangular tiene dos expresiones:

$$F(x) = \frac{2}{(m-a)(b-a)} \int_a^x (x-a) dx = \frac{x^2 - 2ax + a^2}{(m-a)(b-a)} \quad a < x < m \quad (5)$$

$$F(x) = \frac{2}{(m-b)(b-a)} \int_m^x (x-b) dx = \frac{x^2 - 2bx + m(2b-m)}{(m-b)(b-a)} \quad m < x < b \quad (6)$$

Para obtener las muestras artificiales, se procede de la siguiente manera:

– En primer lugar se calcula el área que se sitúa a la izquierda de la moda, reemplazando en la ecuación (5) “x” por su valor modal ($m = 0,12$) y los demás variables (a, b y m) por sus respectivos valores. Operando en la ecuación, se obtiene un valor de 0,666.

– Luego, para números aleatorios menores que 0,666 el elemento de la muestra artificial se obtiene a partir de la misma ecuación, sin reemplazar “x” por su valor modal (pues será la

variable a determinar su valor muestral) e igualando al número aleatorio. Así por ejemplo, para la primera simulación:

$$\frac{x^2 - 2 \cdot 0,08 x + 0,08^2}{(0,12 - 0,08)(0,14 - 0,08)} = 0,014 \quad (7)$$

De donde:

$$x^2 - 0,16 x + 0,006366 = 0 \quad (8)$$

Resolviendo y considerando que para la primera ecuación:

$$a < x < m$$

se obtiene una tasa de costo de capital de: $x = 0,086$.

– Para números aleatorios mayores que 0,666 el elemento de la muestra artificial se obtiene a partir de la ecuación (6), también sin reemplazar “x” por su valor modal, e igualándola por la diferencia entre el número aleatorio correspondiente y 0,666. Así para la tercera simulación se obtiene finalmente una ecuación:

$$x^2 - 0,28 x + 0,01954 = 0 \quad (9)$$

Cuya raíz $x = 0,1325$ es la tasa de costo de capital

Resumiendo los valores de las muestras artificiales y calculando los Valores Actuales Netos (VAN), se tienen los resultados de la Tabla N° 3.

Valores Actuales Netos simulados

Tabla N° 3

Simulación	Fluir de Fondos (M Pesos)						Tasa Costo de Capital	V.A.N. (Pesos)
	Períodos (Años)							
	0	1	2	3	4	5		
1	-8.787	3.876	3.115	3.220	3.357	2.318	0,0860	3.885
2	-6.354	4.796	3.142	3.482	3.341	2.387	0,1182	6.396
3	-7.197	3.092	2.705	3.146	3.207	2.101	0,1325	2.865
4	-8.754	3.752	3.143	3.557	3.198	2.204	0,1208	3.073
5	-6.003	3.974	2.753	3.272	3.362	1.842	0,1179	5.304
6	-8.709	3.968	2.790	3.320	3.007	1.897	0,0946	3.078
7	-6.576	3.078	2.793	3.252	3.210	2.357	0,1242	3.983
8	-8.238	4.976	3.049	3.388	2.726	2.313	0,1078	4.426
9	-8.283	4.604	3.377	3.385	3.079	2.353	0,1212	4.188
10	-7.989	3.498	2.879	3.159	2.518	2.019	0,1153	2.536
11	-8.355	3.792	2.868	3.472	2.768	1.834	0,1031	3.019
12	-6540	3.318	3.303	3.004	3.244	2.095	0,1076	4.771

Con los valores obtenidos de VAN se puede construir una Tabla de Frecuen-

cias como la que se muestra como Tabla N° 4.

mir el valor de las opciones presentes en los mismos.

Tabla de frecuencias

Tabla N° 4

V.A.N (M. Pesos)	Frecuencias		
	Absoluta	Relativa	Acumulada
2.000 – 3.000	2	0,1667	0,1667
3.000 – 4.000	5	0,4167	0,5814
4.000 – 5.000	3	0,2500	0,8334
5.000 – 6.000	1	0,0833	0,9167
Más de 6.000	1	0,0833	1,0000
	12		

- Se pueden aceptar proyectos de inversión con VAN negativo, si sumando a este el valor de la opción asociada a la flexibilidad futura se obtiene un valor total positivo.

La existencia de opciones reales incrementa el valor de los proyectos de inversión, valor que puede determinarse como el valor del proyecto sin la opción (por ejemplo, utilizando el criterio del VAN), más el valor agregado por la opción:

$$\text{Valor del Proyecto} = \text{VAN} + \text{Valor Agregado por la Opción}$$

A mayor número de opciones e incertidumbre en el análisis de proyectos de inversión, mayor será el segundo término de esta igualdad y, mayor por lo tanto, el valor de la inversión.

Las técnicas de las opciones reales son una extensión de las de las de las “opciones financieras”. Los modelos más utilizados son el binomial, de Cox, Ross y Rubinstein (1974), que utiliza variables discretas, y el de Black-Scholes (1973) que emplea variables continuas.

Existen dos estilos de opciones, las opciones americanas y las opciones europeas. Las primeras pueden ejercerse en cualquier momento de la duración del contrato o vida del proyecto de inversión; las segundas sólo pueden ejercerse a su finalización. El modelo binomial es propio de aplicar para las opciones americanas; el de Black-Scholes para las opciones europeas.

Una opción no es una obligación sino un derecho a comprar o vender activos financieros (opciones financieras) o a reorientar un proyecto de inversión (opciones reales), en una fecha futura

Una tabla como esta, nos permite lecturas como la siguiente:

- La probabilidad de que el VAN esté comprendido entre \$ 2.000 y \$ 4.000.- es del 58,14 % .
- La probabilidad de que el VAN esté comprendido entre \$ 2.000 y \$ 3.000 es del 16,67 %.

En la práctica, la aplicación de las técnicas de Montecarlo se realiza por medio de programas computacionales, tales como el Crystal Ball y mayores, pues requiere un gran número de simulaciones y una elevada complejidad operativa para generar muestras artificiales para las funciones estadísticas de distribución.

Una forma de saber cuál es el número óptimo de simulaciones, consiste en efectuar una cantidad tal de ellas que permita observar una estabilidad relativa de la estructura de las series de frecuencias.

8. Consideración de la flexibilidad

Tal como se señalara, muchas decisiones sobre proyectos de inversión son de naturaleza contingente, es decir que una vez ejecutados implican tomar una opción de oportunidad después de observar cómo se desarrollan los acontecimientos. Por lo tanto, para contemplar esta oportunidad se debe evaluar la flexibilidad y ello puede efectuarse integrando en el análisis las técnicas de las “opciones reales”.

El análisis de la flexibilidad incorpora la incertidumbre en la evaluación de proyectos agregando otra fuente de valor: el valor de reorientarse.

Al considerar las oportunidades de inversión desde el punto de vista de la valoración de opciones se reconoce que:

- El criterio del Valor Actual Neto (VAN) convencional puede infravalorar ciertos proyectos al supri-

o hasta una fecha futura y por un determinado precio previamente estipulado o estimado. Un contrato de opciones implica el pago de una prima.

Hay dos tipos de opciones: opciones de compra (C) y opciones de venta (P). Las opciones de compra significan una posibilidad de que, en caso de ponerse en marcha exigirán un desembolso inicial para obtener el dere-

cho a recibir una corriente de flujos monetarios en el futuro. Las opciones de venta se identifican porque proporcionan un ingreso a cambio de ceder el derecho sobre una serie de flujos monetarios futuros.

Las principales variables a considerar en las opciones reales y su analogía con las opciones financieras, son las que se detallan en la Tabla N° 5.

desarrolla bien, al cabo de tres años de su iniciación podrá expandirlo localizando una nueva planta industrial, ampliando con ello la capacidad de producción. La primera planta, implica para la empresa matriz una inversión inicial de US\$ 10,1 millones, es decir \$ 40, 5 millones. La segunda planta, se estima significará una inversión inicial de US\$ 6,75 millones es decir \$ 27,0 millones.

La empresa matriz desea analizar si el proyecto de inversión es conveniente, es decir es rentable, desde el punto de vista de su propio interés y no de la economicidad de la subsidiaria.

La tasa de costo promedio ponderado de capital considerado por la empresa matriz es del 20,0 % anual. La tasa de interés libre de riesgo es del 5 % anual y el coeficiente de volatilidad del 35 %.

Supongamos que se han obtenido los datos que se observan en la Tabla N° 6 correspondientes a la evaluación según escenario de media:

[Ver Tabla N° 6 en p. sig.]

Aplicando el modelo de Black-Scholes, sus ecuaciones son:

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + (rf + 0,5\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

Desvíos estándar (d1 y d2) (10)

$$d2 = d1 - \sigma\sqrt{t} \quad (11)$$

$$C = N(d1) S - N(d2) e^{-rft}$$

Valor de la opción de compra (12)

$$P = E e^{-rft} N(-d2) - SN(-d1)$$

Valor de la opción de venta (13)

Donde

σ = volatilidad del activo subyacente

Variables principales del modelo de Black-Scholes Tabla N° 5

Opciones Financieras	Opciones Reales
Precio de Ejercicio (E): lo que se ha de pagar en el futuro por el activo objeto del contrato, denominado activo subyacente.	Es lo que se debe pagar en el futuro por poner en marcha la posibilidad asociada. Es decir por ejemplo, la inversión inicial de un proyecto opcional.
Valor del Subyacente (S): es el valor de mercado del activo objeto del contrato.	Es el valor de la posibilidad asociada, generalmente medida por el valor actual de los flujos netos de fondos que pueda generar el proyecto opcional.
Vencimiento (t): es el tiempo que falta hasta la expiración o ejercicio de la opción.	Es el tiempo que falta para tomar la decisión sobre la posibilidad asociada o proyecto opcional.
Volatilidad (σ): es la variabilidad de los posibles valores que pueda tomar el activo objeto del contrato, generalmente medido por el desvío estándar.	Es la variabilidad de los posibles resultados a que puede conducir la posibilidad asociada. Por ejemplo, el desvío estándar de la inversión adicional.
Tipo de interés (rf): tasa libre de riesgo.	Costo libre del dinero, libre de riesgo en el mercado.

9. Ejemplo de aplicación de las opciones reales a un negocio internacional

Supongamos que una empresa local (empresa matriz), fabricante de calzado deportivo, que actualmente lo

comercializa únicamente en el mercado doméstico, mediante estudios de mercado ha visualizado la oportunidad de instalar una subsidiaria en Brasil que produzca y distribuya el producto en ese país. Al mismo tiempo, considera que si el negocio se

Fluir Neto de Fondos estimados para cada planta Tabla N° 6

Fluir Neto de Fondos de la Primera Planta		Fluir Neto de Fondos de la Segunda Planta	
Período (año)	Miles de \$	Período (año)	Miles de \$
0	-40.500,0	0	-27.000,0
1	6.096,1	1	6.096,1
2	6.096,1	2	6.096,1
3	6.139,1	3	6.139,1
4 – 9	9.237,4	4 – 9	9.237,4
10	26.112,4	10	26.112,4
VAN(20 %)	-3.425,02	VAN años 1-10	34.848,97

$N(d1)$ y $N(d2)$ = valores de la distribución Normal para $d1$ y $d2$.
 $e = 2,7183$ número base de los logaritmos naturales.

$d1 = 0,069$
 $d2 = 0,675$
 $N(d1) = 0,4721$
 $N(d2) = 0,2514$

Luego:
 $E =$ miles de \$ 27.000,00
 $S =$ miles de \$ 34.848,97 / $1,20^3 =$ miles de \$ 20.167,22

Entonces: $C =$ miles de \$ 3.678,87

Finalmente:

VAN Primera Planta =	\$ Miles -3.425,02
Valor Proyecto Asociado (C) =	\$ Miles 3.678,87
Valor Total =	\$ Miles 253,85

Es decir, el valor agregado por el proyecto opcional hace rentable la Inversión conjunta.

Una alternativa de análisis es la aplicación del modelo binomial.

En este caso, el análisis del proyecto de primera planta sigue la metodología que se mencionó en el punto 4., hasta concluir en la aplicación de la técnica de Montecarlo. Como se ha visto, esta técnica culminó en una multitud de Valores Actuales Netos. Sin embargo, es posible obtener un valor medio del VAN y su desvío estándar. Para ello, se parte de las siguientes premisas:

- Según Copeland y Antikarov (2001), el valor presente del proyecto sin

ninguna flexibilidad es el mejor estimador de su valor de mercado.

- Según un teorema desarrollado por Samuelson (1965) en mercados eficientes, los precios actuales de un activo reflejan toda la información disponible hasta el momento, siendo las variaciones de las tasas de retorno del mismo aleatorias. La extensión de estos conceptos a los activos reales permite dar al proyecto la categoría de un activo negociado en el interior de un mercado eficiente y suponer que seguirá un proceso estocástico similar al del activo financiero. Esto significa que los flujos de fondos esperados

de un proyecto fluctúan en forma aleatoria, implicando que, cualquiera sea su trayectoria –creciente, decreciente o cíclica– la variación de su valor actual sigue un recorrido aleatorio (*random walk*).

La segunda premisa, permite la combinación de cualquier número de fuentes de incertidumbres en la evaluación de un proyecto en una única incertidumbre representativa, cuyos parámetros pueden ser estimados a través de una simulación de Montecarlo.

Luego, mediante programas como el del Crystal Ball, de la multitud de VAN podemos obtener su valor medio y su desvío estándar.

A partir de estos valores y de las premisas señaladas se puede construir el “árbol de eventos” y el “árbol de decisión” (con las hipótesis de la opción), calcular los valores de probabilidad de suba y de baja en un mundo neutral frente al riesgo y el valor de la opción asumiendo dicha neutralidad.

10. Conclusiones

Diversos autores se han ocupado de señalar casos concretos en los que se presentan opciones contingentes en los negocios internacionales.

Mascareñas (1999) menciona el caso de empresas españolas que han decidido implantar una pequeña industria en Rusia con el objetivo de tantear el mercado y con la esperanza de si este resulta favorable se pueda proceder a una próxima expansión de aquella. Este caso puede observarse como una opción de expansión conjunta de expansión y aprendizaje.

Otro ejemplo, lo presenta Daniels (2004) con el denominado “efecto goteo” cuando, decidida la inversión

por parte de una empresa en un determinado país, el programa de comercialización implantado produce como resultado el conocimiento del producto en otros países posibilitando nuevas expansiones. Con igual criterio ejemplificativo comenta también el caso siguiente: "Supongamos Que ha concluido ya el proceso de investigación de un posible proyecto en Australia pero que prosigue la investigación sobre proyectos en Nueva Zelanda, Japón e Indonesia. ¿Puede permitirse la compañía esperar a recibir los resultados de todos los estudios para tomar una decisión de ubicación? La respuesta es que tal vez no. El intervalo entre la finalización de todos los estudios invalidará quizá gran parte de los primeros resultados..."

A la incertidumbre no hay que temerle. Si bien con la incertidumbre viene el riesgo también vienen las oportunidades. A la incertidumbre hay que enfrentarla para poder aprovechar las oportunidades. Por suerte, disponemos hoy de un instrumental analítico como para separar lo conocido de lo que no es posible conocer aún y escudriñar dentro de este para pene-

trar en la incertidumbre lo más que podamos. En tal sentido al instrumental presentado se agregan otros tales como por ejemplo, los provenientes de la teoría de los juegos, la teoría de los errores y las matemáticas borrosas.

En los negocios internacionales la amplitud de la incertidumbre y, particularmente el riesgo, es mayor que la que se genera en un mercado doméstico. Pero, también las oportunidades son mayores, principalmente en materia de decisiones contingentes.

Bibliografía

COURTNEY, Hugh, *Pre-Visión 20/20, Estrategias para el manejo de la incertidumbre en la administración de negocios*, Harvard Business School Press, Grupo Editorial Norma, Colombia, 2001.

DEL SOL, Patricio y GHEMAWAT, Panakas, *Evaluación de decisiones estratégicas*, McGraw Hill, Santiago de Chile, 1999.

MASCAREÑAS PÉREZ-IÑIGO, Juan, *Innovación financiera – Aplicacio-*

nes para la gestión empresarial, McGraw Hill, España, 1999.

SEÑA, Felisa y ROMERO, Carlos, *Evaluación Económica y Financiera de Inversiones Agrarias*, Banco de Crédito Agrícola, España, 1982.

DANIELS, John D., RADEBAUGH, Lee y SULLIVAN, Daniel, *Negocios Internacionales, Ambientes y Operaciones*, Pearson Educación, México, 2004.

COPELAND, T. y ANTIKAROV, V., *Real Options*, Texere LLC, New York, 2001.

MADURA, Jeff E., *Administración financiera internacional*, Thomson Editores, México, 2001.

AMRAM, Martha, KULATILAKA, Nalin, *Opciones Reales – Evaluación de inversiones en un mundo incierto*, Ediciones Gestión 2000, España, 2000.

BACCHINI, Roberto D., GARCÍA FRONTI, Javier I., MÁRQUEZ, Ezequiel A., *Evaluación de inversiones con opciones reales utilizando Microsoft Excel*, Omicron, Argentina, 2006.

HERTZ, David B., *Risk Analysis in Capital Investment*, Harvard Business Review, 1964.