

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**



***Fundada en 1841***

**LAS OPCIONES REALES**

**Trabajo de Graduación Presentado por:**

**RAFAEL ALEXANDER VÁSQUEZ JUÁREZ**

**Para Optar al grado de:**

**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**

**AGOSTO DE 2008**

**San Salvador, El Salvador, Centroamérica**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**



**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

RECTOR : MÁSTER RUFINO ANTONIO QUEZADA  
SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL : LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

**AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

DECANO : MÁSTER ROGER ARMANDO ARIAS  
ALVARADO

VICEDECANO : MÁSTER ÁLVARO EDGARDO CALERO RODAS

SECRETARIO : MÁSTER JOSÉ CIRIACO GUTIÉRREZ  
CONTRERAS

ADMINISTRADOR ACADEMICO: LIC. EDGAR ANTONIO MEDRANO MELÉNDEZ

ASESOR : MÁSTER CRISTIAN FABRICIO CHINCHILLA

TRIBUNAL EXAMINADOR : MÁSTER CRISTIAN FABRICIO CHINCHILLA  
MÁSTER GUILLERMO VILLACORTA  
MARENCO

AGOSTO DE 2008

SAN SALVADOR EL SALVADOR CENTRO AMÉRICA

## ÍNDICE

	No. página
Introducción . . . . .	i
I. Antecedentes de las Opciones Reales (OR's). . . . .	1
II. ¿Qué son las OR's?. . . . .	3
1. Definición de OR's . . . . .	3
1.1 Diferencias entre OR's y OFI . . . . .	4
2. ¿Dónde se utilizan las OR's?. . . . .	6
3. OR's en la gestión del riesgo e incertidumbre . . . . .	8
4. Espíritu de las OR's como estrategia en la creación de valor. . . . .	11
5. Análisis del valor total de un proyecto con OR's . . . . .	16
III. Modelos de valoración de las OR's. . . . .	18
1. El método Black & Scholes . . . . .	18
2. El modelo Binomial . . . . .	21
3. Análisis de resultados . . . . .	21
IV. OR's y valoración de empresas de la nueva economía. . . . .	23
1. Valoración de una empresa de Internet. . . . .	24
V. Decisiones a tomar con las OR's . . . . .	27
VI. Problemas y errores en las OR's. . . . .	30
VII. Consideraciones Finales. . . . .	31
Glosario de términos . . . . .	33
Referencias Bibliográficas . . . . .	34

## **INTRODUCCIÓN.**

En la nueva economía, la frecuencia con la que ocurren los cambios adquiere cada vez más dinámica, surgiendo modelos de negocios que desafían las maneras tradicionales del pensamiento gerencial, adicionalmente, los mercados emergentes están contribuyendo a crear más incertidumbre en las decisiones corporativas.

En este contexto, el manejo adecuado de la incertidumbre como proceso orientado a mitigar la exposición al riesgo, demanda el desarrollo de nuevas maneras de pensamiento estratégico y especialmente, nuevas herramientas para el análisis financiero. En este sentido, la vinculación de las investigaciones académicas y las mejores prácticas corporativas han permitido el desarrollo del enfoque de las Opciones Reales (OR's).

La técnica de las OR's, es mucho más que un elemento para valuación de inversiones, dentro de un entorno de mucha incertidumbre, es una nueva forma de ver los negocios, promoviendo bajo ciertas condiciones, la identificación y desarrollo de OR's con gran potencial de ganancias. Fundamentalmente, fortalece la gestión del riesgo por medio de la flexibilidad de análisis en las decisiones de inversión, contribuyendo así a incrementar el valor para el accionista. Una vez que las empresas y particularmente sus ejecutivos hayan incorporado esta teoría tendrán una mucho más amplia visión sobre el contexto que afrontan para tomar decisiones.

Además de proporcionar flexibilidad en las decisiones, uno de los principales aportes de las OR's, radica en sostener que todas las empresas tienen un conjunto de opciones, que bien utilizadas, incrementan el valor de la misma. Estas opciones no son otra cosa que el reflejo del potencial de una empresa. El desarrollo de este potencial es particularmente factible cuando están presentes al menos tres elementos: un equipo gerencial capaz de identificar y desarrollar las OR's, poseer liderazgo en el negocio para ejercer su derecho y un entorno incierto; es bajo estas condiciones donde las OR's son más valiosas.

En este contexto, se aplicaran las OR's para ilustrar como respaldan las decisiones de los gerentes que muchas veces confiados en su buen juicio, administran empresas complejas como las farmacéuticas, biotecnología, empresas de Internet, y tecnológicas de información, entre otras. Destacando así, la evidente ventaja que implica la adopción de la práctica de este enfoque.

Finalmente, en general no hay sustituto para una buena intuición sobre lo que crea verdadero valor a largo plazo. Y si todas las firmas fuesen administradas por gerentes muy competentes e intuitivos no habría necesidad fundamental para usar esta técnica. El problema, sin embargo, es que la intuición no siempre está disponible y por ello es valioso tener un proceso más riguroso para enmarcar y cuantificar esa intuición.

## **I. Antecedentes de las Opciones Reales (OR's).**

### **Antecedente histórico: Tales de Mileto y las prensas de olivas.**

Las OR's tienen como origen inicial la antigüedad clásica, hace más de dos mil años. Según Aristóteles, Tales de Mileto, un filósofo sofista famoso por sus conocimientos en astronomía, en cierta ocasión pronosticó una abundante cosecha de olivas para el año que corría.

De esta forma, Tales identificó una potencial oportunidad futura de obtener ganancias significativas, si su predicción tenía el desenlace esperado. Por lo tanto, tomó todos sus ahorros, y se fue a negociar con los propietarios de las prensas utilizadas para procesar las olivas, negoció anticipadamente a la cosecha los derechos de uso de las prensas, y pacto pagar por ello una prima y el resto al final de la temporada, si la demanda por la cosecha cubría las expectativas. Caso contrario, perdería la prima pagada inicialmente.

Al final, la cosecha excedió efectivamente todas las expectativas y cuando los cultivadores fueron a las prensas para extraer el aceite, Tales los estaba esperando. En efecto, el filósofo cobró a los productores el precio de mercado - mucho más alto -, debido al incremento en la demanda y pudo pagar a los dueños de las prensas la diferencia del monto acordado por alquiler. Así fue como Tales se hizo una gran fortuna.

La historia reciente muestra que esta práctica se ha mantenido en el tiempo y que los inversionistas<sup>1</sup> más exitosos de forma intuitiva han aplicado y perfeccionado este proceso, cuya principal característica es la incertidumbre y la flexibilidad en las decisiones ante el desenlace de acontecimientos futuros.

---

<sup>1</sup> En este documento, el término "Inversiones", está relacionado a inversiones en activos reales. Por ejemplo, inversiones en I&D, compra de activos físicos, la compra de una empresa punto.com, entre otras. El término no se refiere a inversiones en activos financieros.

Bajo este esquema, y producto de la constante evolución de las estrategias y las finanzas corporativas, en los últimos años se han desarrollado trabajos<sup>2</sup> teóricos centrados en la modelación, valoración y derivación de estrategias óptimas para inversiones que se caracterizan por poseer gran potencial de crecimiento corporativo y estar sometidas a mucha incertidumbre. Estos trabajos se han apoyado en los modelos analíticos y numéricos que proporciona la teoría para valorar opciones financieras, surgiendo así el concepto de las Opciones Reales (OR's).

Stewart Myers del MIT<sup>3</sup>, fue uno de los primeros estudiosos que destacó las OR's y su importancia en el valor de la empresa. Así, según Myers, el activo total de la empresa lo integran dos elementos básicos: inversiones ejecutadas, en funcionamiento (que recogen el valor de los activos tangibles e intangibles que actualmente posee y utiliza la empresa), y las oportunidades futuras de inversión. Por tanto, desde una perspectiva de OR's, el valor de las acciones en el mercado, recoge tanto los flujos de caja descontados que generarán las inversiones actuales, así como las opciones futuras de la misma.

Uno de los principales aportes en desarrollar la moderna teoría para valoración de opciones la constituyen los artículos publicados por Black-Scholes-Merton (1973)<sup>4</sup>. Este modelo se fundamenta en combinar la opción y un activo subyacente que carece de riesgos (cartera replica) y el arbitraje, convirtiéndolo en una referencia obligada en los estudios para valorar activos en un contexto de incertidumbre. Sin embargo, los supuestos sobre los que se sustenta resultan bastante restrictivos, dificultando su extensión hacia opciones americanas, que normalmente, es el comportamiento adoptado por las inversiones reales.

En resumen las OR's se han vuelto una técnica de valoración muy útil, debido a la creciente incertidumbre, competitividad en los negocios, flexibilidad en la toma de decisiones, así como al diseñar estrategias capaces de crear valor para el accionista, especialmente, cuando se valoran oportunidades vinculadas a intangibles.

---

<sup>2</sup> S. Myers, Finance theory and financial strategy 1984; OR's, M. Amram and Kulatilaka, H. Business 1999.

<sup>3</sup> Massachusetts Institute of Technology.

<sup>4</sup> Fisher Black, Myron Acholes, R. Merton encontraron la forma de calcular el precio de las opciones en 1973.

## II. ¿Qué son las OR's?

### 1. Definición de OR's<sup>5</sup>.

La valoración de las OR's implica utilizar los métodos y análisis que subyace a las opciones financieras (OFI) en la evaluación de activos financieros. Por analogía, una opción real es el derecho, pero no la obligación de adoptar una acción que afecta a una inversión real. Además, una diferencia clave entre ambas opciones es que el precio de ejercicio de una OFI normalmente es fijo, y en las OR's el precio es incierto por la falta de datos históricos, la calidad de administración y el tamaño de la compañía.

Las OR's también destacan valores adicionales en los proyectos, que posiblemente se ocultan o incluso resultan invisibles cuando se utilizan métodos estándar. No obstante, de ninguna forma se pretende desplazar los métodos tradicionales, de hecho, la valoración de las OR's emplea el método DCF como una de sus herramientas.

Este método, es mucho más que un elemento para valuación de inversiones, en un entorno de mucha incertidumbre, es una nueva forma de ver los negocios, promoviendo bajo ciertas condiciones, la identificación y desarrollo de OR's que poseen gran potencial de ganancias. Fundamentalmente, fortalece la gestión del riesgo por medio de la flexibilidad de análisis que proporciona el uso de la secuenciación en las decisiones, contribuyendo así a la creación de valor para el accionista.

Finalmente, definimos las OR's como el derecho, pero no la obligación de adoptar una acción que afecta a una inversión real, utilizando para ese fin los modelos desarrollados para valuación de opciones financieras. Al aplicar estos modelos, las OR's estiman el potencial real de un proyecto, es decir el que le otorgaría el mercado, ya que se alinea con los mismos al utilizar las herramientas que proveen las técnicas de análisis financiero estandar<sup>6</sup>, proporcionando así una valoración netamente objetiva.

---

<sup>5</sup> Fue Stewars Myers el que acuñó el término en "Finance theory and financial strategy", 1984.

<sup>6</sup> Por ejemplo, Flujos de caja descontados (DCF), Análisis de decisión (Árbol de decisión).

## 1.1 Diferencias entre OR's y OFI

Se denomina *opciones financieras* a aquellas cuyo activo subyacente es un activo financiero como, por ejemplo, una acción, un índice bursátil, una obligación, una divisa. Una OFI ofrece a su propietario el derecho, pero no la obligación, a realizar una operación determinada durante un periodo de tiempo prefijado. A la opción que da derecho a comprar un activo a un precio prefijado y durante un tiempo determinado se le denomina *call option*, mientras que a la opción que da derecho a vender un activo a un precio prefijado y durante un tiempo determinado se le denomina *put option*.

Las variables utilizadas para valorar una OFI pueden ser comparadas con sus análogas en las OR's. Por ejemplo veamos un proyecto de desarrollo de reservas petroleras. El VPN de las reservas de hidrocarburos no desarrolladas, es decir, lo que valdrían a los precios de hoy, es similar al precio de las acciones subyacentes,  $S$ , en una OFI. El VPN de las erogaciones necesarias para desarrollar las reservas se asemeja al precio de ejercicio,  $X$ , de una OFI. El tiempo,  $T$ , pactado para una concesión de exploración y producción (E & P) es equivalente al plazo transcurrido hasta el vencimiento de una OFI. La tasa de retorno libre de riesgo,  $r_f$  - la tasa de retorno sobre un activo garantizado, tal como los bonos o los títulos del Estado -, es idéntica para las OFI y para las OR's. La volatilidad de los flujos de fondos de un proyecto de E & P, incluyendo las incertidumbres asociadas con el precio de los hidrocarburos, es análoga a la volatilidad de los precios de las acciones,  $\sigma$ . Por último, las ganancias no percibidas a raíz de la postergación de la producción se asemejan a los dividendos no cobrados de las OFI,  $\delta$ .

Las analogías entre las OR's y las OFI no son exactas. Si se obliga a las primeras a encuadrarse en el marco de las OFI convencionales, los resultados pueden ser engañosos. Una diferencia clave entre las dos clases de opciones es que el precio de ejercicio de una OFI normalmente es fijo. Para una opción real, el precio está asociado con los costos de desarrollo; el cual puede ser volátil, fluctuando con las condiciones de mercado, los precios de las compañías de servicios y la disponibilidad de equipos de perforación.

En la industria de E&P, la volatilidad es normalmente un valor consolidado que comprende la incertidumbre propia de muchas variables, incluyendo los precios del petróleo y los regímenes de producción. En el siguiente cuadro se resumen las diferencias y semejanzas que existen entre las variables utilizadas para el análisis y la valoración de ambos tipos de opciones

Opción de compra financiera	Variable	OR's de desarrollo de reservas de hidrocarburos
Precio de las acciones	S	Valor presente neto de las reservas de hidrocarburos a desarrollar
Precio de ejercicio de la opción	X	Valor presente de las erogaciones para el desarrollo de reservas
Plazo hasta el vencimiento	T	Tiempo remanente de la concesión
Tasa de interés libre de riesgo	$r_f$	Tasa de interés libre de riesgo
Volatilidad del precio de las acciones	$\Sigma$	Volatilidad de los flujos de fondos provenientes de las reservas de hidrocarburos
Dividendos no cobrados	$\delta$	Ingresos o ganancias no percibidos

Otra diferencia clave entre las OFI y las OR's radica en la incertidumbre que rodea al activo subyacente, con una opción financiera, la incertidumbre es externa. La OFI es un arreglo entre dos extraños - el oferente de la opción y el comprador de la opción -, ninguno de los cuales puede influir en la tasa de retorno sobre las acciones de la compañía. Por el contrario, si la gerencia de una compañía reconoce que de todo proyecto se pueden derivar una considerable cantidad de OR's, finalmente se puede incidir en el activo subyacente, creando valor a través de la identificación y desarrollo de aquellas OR's de mayor potencial de crecimiento.

Finalmente, las OFI con mucha frecuencia son utilizadas como una estrategia de cobertura ante la incertidumbre, mientras las OR's son una técnica que se fundamenta en la gestión estratégica de la incertidumbre con el propósito de crear valor para el inversionista.

## 2. ¿Donde se utilizan las OR's?.

Las OR's son utilizadas principalmente en un ambiente económico caracterizado por rápidos cambios, gran incertidumbre y la necesidad de flexibilidad. Para los gerentes corporativos se hace cada vez más importante usar técnicas y procesos para evaluación de inversiones, que expliquen apropiadamente la incertidumbre y la capacidad corporativa para reaccionar a nueva información.

La transición a la nueva economía ha creado muchas dificultades en las decisiones empresariales, y muchos han respondido adoptando las OR's como paradigma para estructurar procesos en la toma de decisiones. Por ejemplo, las inversiones en iniciativas de tecnologías de información y los *e-business*, son mejor vistas como plataformas cuyo valor proviene de las opciones que proporcionan un gran potencial de crecimiento futuro.

Aún cuando es difícil estimar valoraciones precisas para este tipo de inversiones, usando las OR's, se pueden diseñar plataformas pensando cuidadosamente en la incertidumbre futura y la creación de opciones que mitiguen el efecto negativo del *downside*<sup>7</sup>, así como aprovechar rápidamente las oportunidades del *upside*.<sup>8</sup> Por lo tanto, las OR's contribuyen a que a un gerente adopte la perspectiva de los inversionistas y desde ese ventajoso punto él puede ser capaz de tomar decisiones sobre cuáles proyectos perseguir y cuáles posponer, dados sus recursos disponibles.

Para Michael J. Mauboussin<sup>9</sup>, dentro de las empresas deben existir básicamente tres condiciones que facilitan abordar al tema de las OR's:

- **Una gerencia enfocada en las OR's:** se traduce en un grupo en constante búsqueda de OR's para ejercerlas y aumentar el valor de un proyecto. Esto es muy importante porque coincide con la principal crítica que se le hace a esta teoría.

---

<sup>7</sup> *Downside*: control y mitigación de riesgos.

<sup>8</sup> *Upside*: aprovechar oportunidades producto del riesgo.

<sup>9</sup> Jefe de estrategias, Credit Suisse First Boston y profesor de Finanzas en Columbia School Bussines.

El hecho que una empresa tenga opciones no quiere decir que las ejecute de manera inteligente. Por ejemplo, para una opción de abandono en un proyecto, si los resultados son desfavorables, es probable que la gerencia no lo haga por tener intereses creados en el mismo y esto termina por restarle valor.

- **Recursos para explotar las OR's:** un negocio puede tener capacidad para generar OR's a través de inversiones, pero fundamentalmente debe poseer recursos humanos, técnicos y financieros necesarios para explotarlas. Es decir, una opción aunque ofrezca mucho potencial carece de valor si no se le puede financiar.
- **Contexto muy incierto:** se debe reconocer que mientras haya más incertidumbre en el contexto en que la compañía se desenvuelve, será mayor el valor de la opción<sup>10</sup>. Esto implica que la incertidumbre más bien, aporta potencial a las futuras inversiones transformándose en un aspecto positivo. Además, las OR's están destinadas a modificar los escenarios de inversión en el mundo. A medida que vayan ganando adeptos en los negocios se podrá observar una disminución en el número de inversiones irreversibles - estructuradas en una sola etapa -, las cuales serán paulatinamente reemplazadas por inversiones en diferentes etapas, permitiendo a la empresa adecuarse a la coyuntura que la rodea.

Entre otros cambios recientes en los negocios, los arreglos contractuales entre empresas, va en aumento, predominando las negociaciones de contratos en toda la cadena de valor debido a nuevos esquemas de negocios que comprende alianzas y particularmente *joint ventures*<sup>11</sup>. En compañías que han adoptado como paradigma las OR's, estos contratos se ven como conjuntos de valiosas opciones, las transacciones se discuten e igual se negocian usando este concepto.

---

<sup>10</sup> Hay decisiones de inversión que poseen un enorme valor y otras que son despreciables, por lo que este enfoque no cambiará la decisión. Para estos casos un análisis tradicional es efectivo y más económico.

<sup>11</sup> Joint Venture, empresa conjunta con participación de dos o mas sociedades (Por ejemplo una empresa de alta tecnología y otra únicamente de capital, en la que ambas comparten el alto riesgo del nuevo proyecto).

### **3. OR's en la gestión del riesgo e incertidumbre.**

Los riesgos nunca son los que originan daño o los que crean la oportunidad, es la forma en que respondemos a ellos. Es decir, el riesgo es la cara negativa de la exposición de la empresa ante la incertidumbre. Así ha sido siempre y lo seguirá siendo. Por ello, no debe causar sorpresa el hecho que cada vez más empresas en distintos sectores se rindan ante la evidencia o la previsión que ignorar los riesgos no es una alternativa válida en el contexto de la globalización.

Por el contrario, las compañías globales líderes además de estar convencidas, han empezado a ver los frutos de su enfoque, que la administración del riesgo puede agregar valor incluso sí, afortunadamente, los eventos para los que se han preparado no llegaran a suceder. Es decir, al identificarlos, conocerlos, valorarlos y monitorearlos, están convirtiendo los riesgos de hoy en sus oportunidades del mañana.

Si bien la tendencia ha sido concentrarse en el riesgo financiero y regulatorio cada vez más compañías han empezado a administrar riesgos operativos. En ambos casos, han capitalizado oportunidades para mejorar el desempeño por medio de una mejora en los procesos y mayor comunicación. Sin embargo, hay tareas pendientes. Para obtener mayores ventajas en sus negocios, es claro que las empresas deben considerar el universo posible de riesgos. En otras palabras, deben abarcar, además de los riesgos financieros, regulatorios y operativos, los estratégicos.

En este contexto, los gerentes más sofisticados han reconocido por mucho tiempo que los proyectos que dirigen tienen asociado a ellos una considerable flexibilidad estratégica - como una práctica intuitiva de OR's -, y que esta puede agregar valor significativamente a las inversiones. Una planta de producción puede ser ampliada para satisfacer la demanda, un proyecto de I & D puede ser abandonado o acelerado, se puede renegociar una alianza, así como invertir en un *joint venture*. Puesto que estas fuentes de flexibilidad pueden ser muy reconocidas, actualmente se hace una clara referencia a las OR's, tales como: la opción expandir, opción abandonar, y opción acelerar, entre otras.

De hecho, discusiones recientes revelan que bajo un enfoque de OR's, el aprendizaje más relevante consiste, en reconocer que las opciones existen dentro de un proyecto - y que se pueden crear o extinguir opciones como resultado específico de la acción gerencial -, esto probablemente representa el cambio más grande en su uso<sup>12</sup>.

Para sostener estas afirmaciones que sugieren a las OR's como una nueva forma de pensamiento en los negocios, se deben responder como mínimo a los siguientes cuestionamientos:

¿Cuándo usamos las OR's como una manera cualitativa de pensamiento?; ¿Qué le han aportado al proceso de toma de decisiones?; ¿Qué hay sobre los gerentes que ya habían usado técnicas para análisis de decisiones, previo a conocer sobre OR's?.

Es interesante que el paradigma OR's les haya influido a muchos gerentes en la manera en que idean esquemas mentales para resolución de problemas. Muchos indican que este paradigma ha hecho que ellos piensen más sobre descomponer la incertidumbre, medir la incertidumbre y sobre la secuenciación de las decisiones en varias fases. Para el análisis tradicional de decisiones, el enfoque primario es en relación a las decisiones presentes y deja la secuenciación de las mismas en "segundo plano". Al aplicar OR's, la secuenciación de las decisiones no está teniendo igual, si no más peso. Además, por su herencia financiera, estas ayudan a los gerentes a enfocarse en la métrica para gestión de portafolios, actualmente de gran importancia para muchas empresas.

Por consiguiente, si las compañías tenían o no un legado en la "toma de decisiones bajo incertidumbre", esta forma de ver los negocios busca hacer una contribución significativa en la comprensión y comunicación de la flexibilidad en una base cualitativa.

---

<sup>12</sup> Alex Triantes, Real Options, Bank of America - Journal of applied Corporate Finance, University of Maryland 2001.

**Funcionamiento de la lógica de las OR's:** supongamos que en Mayo de 2007, una persona adquiere una *call option* sobre 1,000 acciones de Microsoft con vencimiento en enero de 2008 (en este caso las acciones son el activo subyacente porque el precio de la opción esta vinculado al precio que alcancen éstas), a un precio de ejercicio de \$55, y pagando por este derecho \$2 de prima por acción. Esta persona sólo ejercerá la opción en el caso que las acciones estén cotizando por encima de \$55. En este caso el vendedor de la opción está obligado a entregarle al comprador las 1,000 acciones a dicho precio. La ganancia para el tenedor de la opción es la diferencia entre el precio real y lo que el pagó como precio de ejercicio, menos la prima que también pagó. Si la cotización estuviera por debajo sólo dejará expirar la opción sin ejercitarla y la pérdida máxima que tendría sería los \$2,000 que pagó como prima. En el caso de una *put option* funciona exactamente a la inversa. Lo que se adquiere es el derecho a vender a un precio determinado.

Aquí se puede apreciar la evidente ventaja de una opción. Quien la compra está limitando sus pérdidas al monto abonado por la opción, al mismo tiempo que deja abierta la posibilidad de obtener ganancias ilimitadas<sup>13</sup>. Sin embargo esta ventaja no es gratis ya que mientras más favorable es una opción mayor será su precio.

Una Opción Real funciona exactamente de la misma manera por lo que podemos hacer una analogía. Las oportunidades de inversión son como una *call option*, donde el precio de ejercicio es el costo por la inversión y el activo subyacente es el valor del proyecto implementado posterior a la inversión. La empresa ejercerá la opción, es decir, hará la inversión solamente si el valor que adquiere el activo subyacente es superior a ésta. La prima, en este caso, es el precio que se paga por tener la oportunidad de inversión.

---

<sup>13</sup> Dpto. de Capacitación y Desarrollo de Mercados /Bolsa de Comercio de Rosario, Real Options, I&D 2001.

#### **4. Espíritu de las OR's como estrategia en la creación de valor.**

El espíritu de este enfoque radica en sostener que todas las empresas tienen un conjunto de OR's que, bien utilizadas, incrementarán el valor de la misma. Estas opciones no son otra cosa que el reflejo del potencial de una empresa. Cuando una compañía realiza una inversión en algún activo físico, está comprando oportunidades para tomar decisiones en el futuro, basándose en el desenvolvimiento de hechos que son inciertos en el presente.

Para Michael J. Mauboussin el valor de una empresa es “la sumatoria de los negocios actuales más la potencial futura creación de valor”. Sin embargo el valor de estas OR's no puede ser capturado por las herramientas tradicionales, por lo que la empresa queda subvaluada. Para Mauboussin, las OR's ocultan su valor en “la diferencia entre el valor que el mercado otorga a ciertas empresas (reflejado en el precio de sus acciones), y el valor obtenido por herramientas tradicionales como los flujos de fondos descontados”. Es decir, a mayor diferencial, mayor es la valoración que el mercado otorga al potencial de la empresa.

Para comprender cómo este enfoque contribuye a incrementar el valor de la empresa, debemos reconocer primero el ambiente donde se desarrollan los negocios en la actualidad. Así podemos decir que las decisiones de inversión están dominadas por ciertos factores que podríamos agrupar en 3 categorías:

- Irreversibilidad.
- Incertidumbre.<sup>14</sup>
- Grado de libertad gerencial.

---

<sup>14</sup> Véase Levy & Sarnat (1984, p. 104) basándose al respecto en la idea de Knight en su libro Risk, Uncertainty and Profit, 1921, capítulo VII.

**Irreversibilidad:**

Se manifiesta en inversiones de diferente magnitud. Si posterior a la inversión, el retorno obtenido es inferior al esperado no existe la posibilidad para dar marcha atrás sin perder gran parte de los costos incurridos.

**Incertidumbre:**

Al hablar de incertidumbre cabe hacer una aclaración. Algunos autores utilizan los términos incertidumbre y riesgo como sinónimos e intercambiables<sup>15</sup>. La incertidumbre se interpreta como el desconocimiento sobre el futuro desenvolvimiento de hechos que pueden ser para una empresa beneficiosos o negativos. El riesgo, por el contrario, es la cara negativa de la exposición que esa empresa tiene ante la incertidumbre. Una empresa, mediante inversiones en activos, puede moldear esa exposición para obtener más ventaja ante las circunstancias que le resultan beneficiosas y disminuir las negativas.

Usando el enfoque de las OR's puede tomarse ventaja de la incertidumbre, creando valor que no puede ser captado por los DCF (flujos de fondos descontados). Esto se debe a que los gerentes responsables de tomar decisiones actúan en forma racional ante lo incierto. De aquí se desprende que las decisiones que toman no son fijas ni iguales sino que se adecuan a la coyuntura que enfrentan, tratando de aprovechar los buenos momentos y mitigar las pérdidas en caso contrario. Esto se conoce como asimetría en el valor de la oportunidad de inversión, o asimetría en el comportamiento de los gerentes.

El enfoque de OR's requiere que las inversiones se realicen por etapas y en la medida que se van obteniendo resultados se sigue adelante si estos son alentadores, caso contrario se abandonan o se postergan. Lo mismo ocurre con I&D (Investigación & Desarrollo), nadie puede asegurar que el producto que se está desarrollando pueda ser comercializable. Por lo tanto sólo con una inversión por etapas se puede ir disminuyendo esta incertidumbre ya que se van revisando las expectativas. Por eso es que este enfoque sugiere realizar inversiones aún cuando éstas tengan un VAN negativo, obtenidas con técnicas de valoración estándar.

---

<sup>15</sup> Véase Levy & Sarnat, Risk, Uncertainty and Profit, Capitulo VII, 1984.

**Grado de Libertad gerencial:**

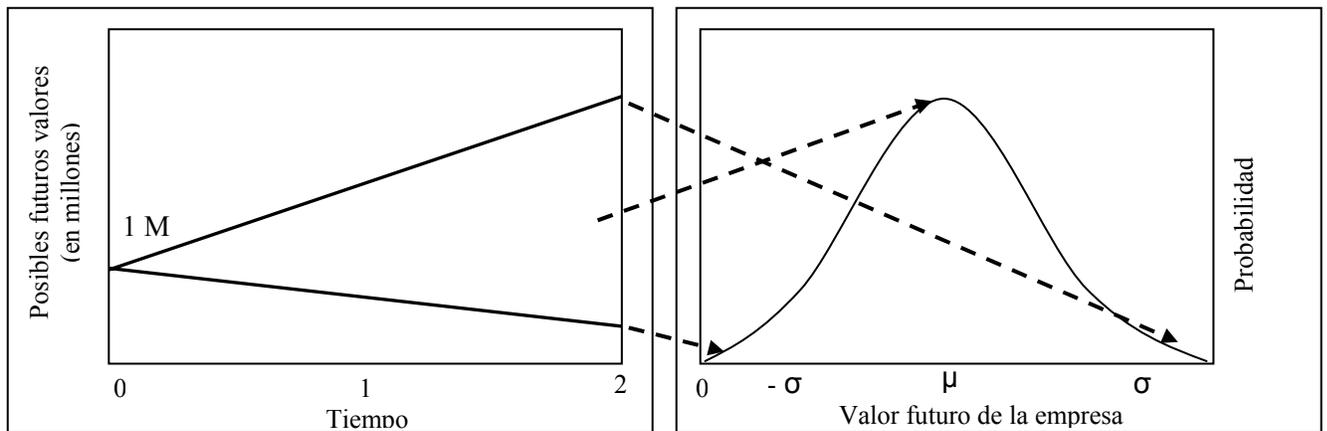
Se refiere a la cantidad de OR's que contienen los proyectos. A mayor cantidad, mayor valor para el mismo. Esto se debe a que las opciones adquieren un papel fundamental por permitir tomar decisiones en el futuro logrando con esto limitar las pérdidas y dejando abierta la posibilidad de obtener ganancias ilimitadas. Esto implica que el poseer OR's permite lograr que la incertidumbre juegue a favor de la empresa.

El hecho que exista mayor incertidumbre implica que existe la posibilidad de más resultados distintos, algunos favorables y otros desfavorables. Mientras mayor sea ésta, más se expandirá el rango de resultados positivos y negativos. Pero los negativos están limitados al valor de la prima, por lo que a mayor incertidumbre se tendrá como efecto un mayor valor para la empresa. Esto es lo que se denomina "efecto unidireccional". Para eso veamos en forma sencilla un gráfico para una función típica de retorno en una "Opción Real de espera" y lo compararemos con el VAN.

Supongamos que una empresa está planeando expandir su negocio de venta para un determinado producto en otro país, pero no sabe si encarar la inversión porque desconoce cuál será el resultado de ésta. Un enfoque OR's sólo aconsejará invertir cuando el piso del precio haya superado un determinado nivel. Esto se puede ver en el gráfico 4-1, en el que se supone un precio "x" como nivel mínimo al que tiene que vender la empresa para obtener un retorno positivo. A menor valor, no le es conveniente, por lo que si los precios son menores deberá ejercer su opción de esperar para invertir y por lo tanto no incurrirá en pérdidas. Su retorno será 0. Por eso vemos que la función de retorno es plana hasta que el precio alcanza un determinado nivel "x", y luego, a partir de ese nivel, pasa a ser positivo. Esta es una clara visión del efecto unidireccional de las OR's, ya que mientras en la zona correspondiente a precios que provocarían retornos negativos aconseja no invertir (porque el valor de la opción de esperar es grande), en la zona de retornos positivos aconseja lo contrario para aprovechar la bonanza del contexto.

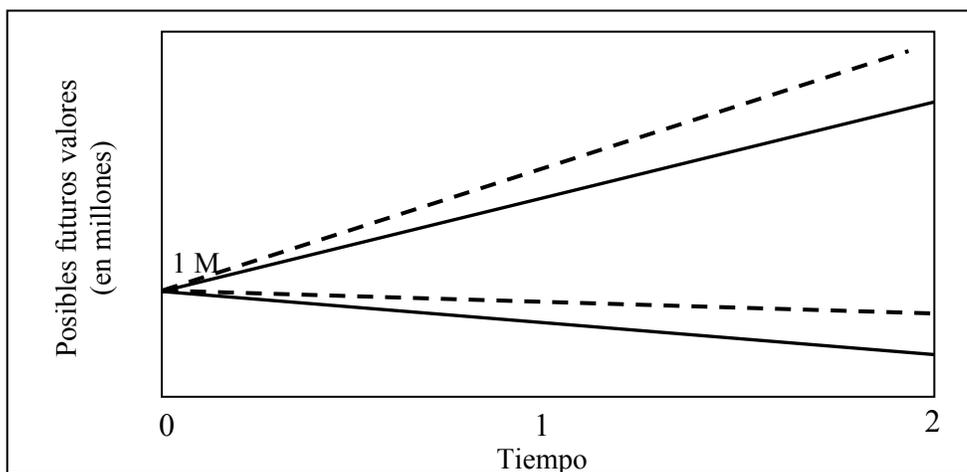


Gráfico 4-2. Cono de Incertidumbre y Valor de la empresa en el tiempo. / Fuente: Martha Amram y Nalim Kulatilaka.



Una vez familiarizados con este concepto, veamos cómo se relaciona el cono de incertidumbre con el enfoque OR's. Como ya vimos *el riesgo* puede ser definido como “la sensibilidad en los activos de una empresa ante la incertidumbre que la rodea”. Pero una empresa puede, a través del uso de las OR's, modificar su exposición para disminuir el riesgo. Entonces mediante inversiones estratégicas se logra inclinar el cono hacia arriba, disminuyendo así los posibles resultados negativos y aumentando los posibles resultados positivos que no es otra cosa que incrementar el valor de la empresa (Gráfico 4-3).

Gráfico 4-3. OR's y Modificación del cono de incertidumbre para incrementar valor de la empresa. / Fuente: Martha Amram y Nalim Kulatilaka.



## 5. Análisis del valor total de un proyecto con OR's.

En cualquier empresa que tenga muchos más proyectos en consideración que fondos y personal para apoyarlos, los ejecutivos no necesitan tener un valor preciso para un proyecto específico, solo necesitan saber si un proyecto es preferible a otros que compiten por los fondos y talentos limitados de la empresa. Así, más que preocuparse sobre si una valoración particular es precisa, los ejecutivos deberían verla como un criterio que les permita escoger los mejores entre los proyectos contendientes. Es decir, mientras se sientan seguros que todos los proyectos que solicitan fondos están siendo valorados de la misma forma, pueden estar razonablemente confiados que, en promedio, seleccionarán y asignarán recursos a los de mayor potencial de rentabilidad.

Al considerar un proyecto bajo un enfoque de OR's, su valor total posee un componente de flujo de caja descontado y un componente de opciones reales, las cantidades relativas que ambos componentes aportan al valor total varían con la incertidumbre del proyecto. A mayor incertidumbre, mayor será el componente de OR's y menor el componente flujo de caja descontado.

Considerando la Fig. 5-1, cuando en el valor total de un proyecto (VTP), predomina el valor de OR's y su componente flujo de caja descontado es altamente negativo, el proyecto cae en lo que llamamos zona de escape<sup>17</sup> (*out of the money*<sup>18</sup>): en esta zona se ubican los proyectos demasiado riesgosos para ser considerados a menos que su VTP sea verdaderamente enorme. A la inversa, cuando la incertidumbre es muy baja, el VTP estará compuesto casi totalmente del flujo de caja descontado. Entonces estará en la zona muy dentro del dinero (*deep-in- the-money*<sup>19</sup>). Su VPN será tan alto que ni siquiera hace falta calcular el valor de la opción antes de aprobar la ejecución del proyecto.

---

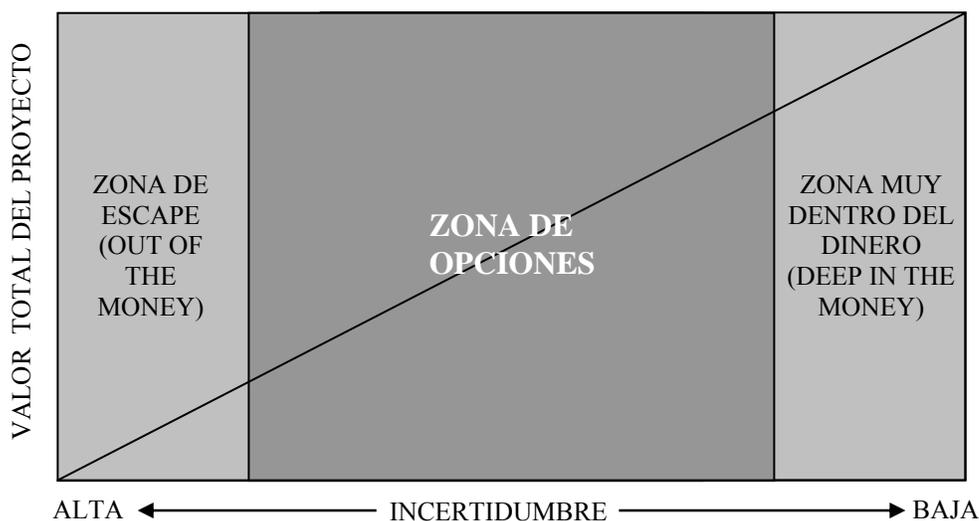
<sup>17</sup> OR's que realmente funcionan, Alexander B. Van Putten, Harvard Business Review, Diciembre 2004.

<sup>18</sup> Out of the money: son aquellas que si se ejerciesen ahora mismo proporcionarían una pérdida.

<sup>19</sup> Deep-in- the-money: son aquellas que si se ejerciesen ahora mismo proporcionarían una ganancia.

Los proyectos con mayor potencial de crecimiento están en algún punto, en la “zona de opciones”, es en esta área donde los ejecutivos normalmente se han visto obligados a confiar en su intuición al tomar decisiones de inversión. Es aquí donde el análisis resulta especialmente útil, porque el valor de la Opción Real puede proporcionar lógica para apoyar o refutar esa intuición.

Fig.5-1. Los componentes del valor total del proyecto.<sup>20</sup>



Un ejemplo de opción de abandono: en algunas situaciones, las inversiones iniciales podrían crear un activo que se pueda transar por dinero o por capital con otra empresa. Glaxo Smithkline, por ejemplo, desarrolló un antibiótico experimental que exhibía potencial para tratar infecciones provocadas por estafilococos resistentes a los medicamentos, pero que no se creía con posibilidades de convertirse en un producto con las superventas que la empresa necesitaba para apoyar su ritmo de crecimiento. En vez de consignar la propiedad intelectual a su biblioteca, la firma generó valor de abandono al negociar las patentes, tecnología y derechos de comercialización del antibiótico por patrimonio en Affinium, una empresa de biotecnología.

<sup>20</sup> Por Alexander B. Van Putten e Ian C. MacMillan, Opciones Reales que realmente funcionan, Harvard Business Review América Latina, Diciembre 2004.

### **III. Modelos de valoración de las OR's.**

#### **1. Método Black and Scholes.**

Las OR's se valoran utilizando técnicas para fijación de precios en opciones financieras. No obstante, su valoración puede ser compleja, de modo que cualquier técnica de opciones financieras que se adopte, solo proporcionará una valoración aproximada.

Los primeros esfuerzos en la aplicación del método DCF para valorar opciones se fundaron en la tasa de descuento adecuada a utilizar para los retornos de la opción y calcular la respectiva distribución de probabilidades. Una opción es generalmente más riesgosa que el capital accionario subyacente pero no se sabe en que grado.

Según Fischer Black, Myron Scholes y Robert Merton, creadores de la fórmula Black-Scholes-Merton, se podía fijar el precio a las opciones utilizando el principio de arbitraje con una cartera construida para minimizar riesgos, superando absolutamente el tener que estimar las distribuciones de retornos. Estos autores demostraron que era posible establecer el valor de una opción construyendo una cartera replica. La conformación de esta cartera es el alma del modelo de valuación. Para determinar el valor de una opción se debe conformar una cartera con un conjunto de papeles que imiten su retorno. Por la "Ley de un solo precio" dos activos que poseen las mismas características deben poseer el mismo precio. Por lo tanto, el valor de la cartera que imita a la opción coincide con el valor de ésta.

Esta cartera, sin embargo, debe constituirse en una forma que anule a la opción. Es decir, si la opción es vendida la cartera debe ser comprada. Esto provocará que todo movimiento de precios de la opción, dentro de determinados límites, sea repetido pero con signo inverso por la cartera. Por consiguiente, tomando una posición en opciones y la contraria en la cartera el inversor no tiene ningún riesgo y ganará la tasa libre de riesgo. En un enfoque OR's, lo que esta cartera de papeles permite hacer es trasladar al valor de la opción el riesgo valuado por el mercado. Conformando correctamente la cartera se logra obtener el valor que el mercado le está asignando a un determinado proyecto.

El modelo Black - Scholes parte de hipótesis similares al modelo de Cox-Ross-Rubenstein (1979), en relación al funcionamiento del mercado y añade algunos supuestos particulares sobre la evolución en el precio del subyacente. Fundamentalmente sus hipótesis son las siguientes:

- El mercado funciona sin fricciones: es decir, no existen costes de transacción, información e impuestos y los activos son perfectamente divisibles.
- Las transacciones tienen lugar de forma continua y existe plena capacidad para realizar compras y ventas en descubierto (al crédito), sin restricciones ni costes especiales.
- Los agentes pueden prestar y endeudarse a una misma tasa “ $r$ ”, que es el tipo de interés a corto plazo expresado en forma de tasa instantánea, la cual se supone conocida y constante en el horizonte para valorar las opciones.
- Las opciones son europeas y el subyacente (la acción para Black - Scholes), no paga dividendos en el horizonte de valoración.
- El precio del subyacente sigue un proceso de evolución continuo y estocástico.

La fórmula Black-Scholes tiene una aplicabilidad bastante limitada, representa una solución cerrada de una expresión más general - la ecuación diferencial en derivadas parciales de Black-Scholes -, es para opciones europeas, que solo pueden ser ejercidas en su fecha de vencimiento. La mayoría de las OR's no son análogas a las opciones europeas. No obstante, la ecuación diferencial en derivadas parciales de Black-Scholes en sí tiene una aplicabilidad mucho mayor. Si las condiciones del entorno son adecuadas, esta ecuación diferencial en derivadas parciales puede ser resuelta - en general numéricamente -, para evaluar diversas opciones, tales como las opciones americanas y las opciones compuestas.

Cuando sea aplicable, la ecuación Black and Scholes nos permitirá obtener el valor de la opción de la siguiente manera:

$$V = [N(d_1)*P] - [N(d_2)*X e^{-rt}]$$

$$\text{Donde: } d_1 = \frac{\ln(P/X) + [r + (\sigma^2/2)]t}{\sigma\sqrt{t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Donde:

V: valor actual de la oportunidad de inversión.

X: valor actual del activo subyacente.

P: precio de ejercicio.

$\sigma$ : la volatilidad del activo subyacente.

r: la tasa libre de riesgo.

t: tiempo

e: 2.71828

N(d1): representa la distribución normal estandarizada de la variable d1.

N(d2): representa la distribución normal estandarizada de la variable d2.

Por otra parte, la globalización de los mercados y la consiguiente actividad de la bolsa durante veinticuatro horas, nos acerca al “mundo” del modelo Black - Scholes, en donde la creciente eficiencia en la negociación de los activos financieros nos aproxima al mercado financiero “sin fricciones”. De hecho, tal como se plantea en Merton (1990), la teoría financiera debe replantearse en su mayor parte en términos de tiempo continuo.

Todas estas ideas intentan convencer a los escépticos ante estos modelos e hipótesis, de la validez y posibilidades de aplicación de los mismos. Al grado, que los modelos más complicados propuestos en la literatura económica y financiera, quizás, son los modelos de mayor utilización efectiva en el mundo financiero real.

## **2. El Modelo Binomial.**

Este debe su nacimiento al enfoque neutral al riesgo elaborado por Cox, Ross y Rubinstein. Dicho enfoque establece que, si por el hecho de construir la cartera, un inversor obtiene la tasa libre de riesgo, entonces el resultado obtenido es el mismo para cualquier persona sin importar que preferencia tenga por el riesgo<sup>21</sup>. Esto implica que no se calculará ningún premio para descontar valores sino que éstos pueden ser descontados a la tasa  $r_f$ .

El Modelo Binomial parte del valor actual de un proyecto y luego tiene en cuenta la evolución futura probable de éste. Para ello considera que en cada período de tiempo el valor puede tener sólo dos sentidos: aumentar o disminuir. De esta forma llegado el momento final, el modelo habrá desplegado el conjunto de posibles valores que puede asumir el proyecto, algunos estarán por sobre el valor actual inicial y otros por debajo. Una vez obtenido este esquema, se trasladan los resultados al momento en que se realizó el primer desembolso siguiendo el criterio de adoptar la decisión óptima en cada período.

Este principio establece que pudiendo elegirse una estrategia inicial, la decisión óptima en el próximo período es aquella que se hubiera adoptado si todo el análisis comenzara en el próximo período. Para esto se requiere descontar los flujos de fondos. Pero, en lugar de utilizar la tasa ajustada por riesgo, se usa la tasa libre de riesgo que es la misma para cualquier valuador junto con una variable conocida como probabilidad neutra al riesgo, que mide la probabilidad de obtener como retorno la tasa libre de riesgo.

## **3. Análisis de resultados.**

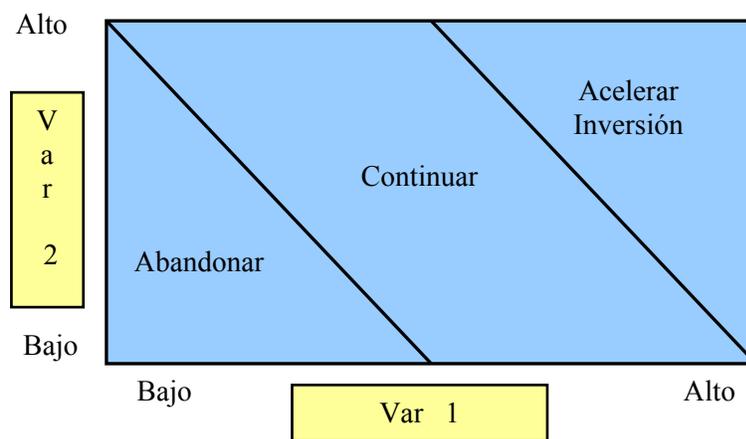
Posterior al cálculo del valor de las OR's - con los modelos mencionados -, se deberán analizar con el propósito de optimizarlos. Para ello se sugieren algunas herramientas que permiten evaluarlos desde diversas ópticas, de forma que satisfaga el interés de los inversionistas y equipo gerencial que lleva adelante el modelo.

---

<sup>21</sup> Toda persona puede ser incluida dentro de tres categorías: adverso, neutral o amante del riesgo. Mientras más adverso al riesgo sea mayor será el premio que requerirá por asumir éste.

La primera herramienta es una adaptación a la definición de Mauboussin que plantea que la diferencia entre el valor que el mercado le otorga a una empresa y el VAN de ésta era el valor de las opciones que poseía. En el caso que nos ocupa, podemos determinar el valor de las opciones que posee un proyecto observando la diferencia entre el valor obtenido mediante un enfoque OR's y un análisis tradicional. Otra herramienta muy útil es el grafico denominado "Espacio de la estrategia". Esta herramienta consiste en manejar las dos principales variables que causen incertidumbre acerca de la decisión a adoptar. En un eje horizontal se ponen diversos valores de variable 1 en forma creciente, y en el eje vertical se realiza el mismo trabajo con la variable 2, creciendo hacia arriba. Una vez definido esto se combina cada par de coordenadas y se define la estrategia óptima para cada punto. Esto va a determinar que queden formadas figuras con las decisiones óptimas.

**Gráfico 3-1.** Espacio de la estrategia. / Fuente: Martha Amram y Nalim Kulatilaka.



Aquí vemos que para valores bajos de la variable 1, la estrategia más apropiada es abandonar, pero, a medida que van creciendo los valores, se hace cada vez más probable continuar con la inversión tal como está. Para altos valores de ambas variables lo más conveniente es acelerar la inversión. La ventaja de esta herramienta es que permite tener un mejor panorama de la acción óptima a adoptar. Supongamos que dos gerentes no se ponen de acuerdo sobre si abandonar o no un proyecto porque perciben diferentes valores de las variables. Verificando que decisión tomaría cada uno, de acuerdo con los datos que manejan, tal vez ambos lleguen a la misma decisión, aunque su percepción de la realidad fuera distinta.

#### **IV. OR's y valoración de empresas de la nueva economía.**

La categoría de las empresas tecnológicas incluye tanto empresas de la nueva economía como aquellas cuyo fundamento de negocio es la investigación y desarrollo, las farmacéuticas, biotecnológicas y empresas de Internet, siendo sus activos fundamentalmente patentes, tecnología y empleados talentosos (científicos, ingenieros, doctores y químicos entre otros).

La valoración de las empresas tecnológicas<sup>22</sup> tiene importantes restricciones con respecto a la información disponible, sin embargo, esta se basa en los mismos principios utilizados en valoraciones con OR's para cualquier otra compañía, aunque con las diferencias típicas que caracterizan a un sector determinado en relación a otros.

Por ejemplo, la valoración de las compañías de Internet supone que éstas en general tienen muy poca historia y otras tienen perspectivas de flujos de caja negativos en el corto y mediano plazo y normalmente son las únicas empresas operando en su sector. En ambos casos es fundamental entender claramente cuál es su modelo de negocio y cómo ésta va a generar liquidez suficiente para que su rentabilidad supere a su coste de capital. Es decir, el análisis de las empresas con flujos de caja negativos debe centrarse en la forma en que dichas empresas crean valor, sabiendo que al final lo que importa es el potencial de ingresos y su capacidad para convertirlos en flujos de caja para los accionistas.

¿Cómo generará flujos de caja la empresa de Internet? Tanto en el mercado negocio-consumidor, como en el negocio-negocio, las empresas pueden vender productos, servicios, información, entretenimiento y productos financieros, obtener ingresos de la publicidad, y cobrar comisiones por facilitar transacciones. Es decir, la generación de flujos proviene bien directamente de los clientes, o bien indirectamente, al permitir que otras empresas paguen por utilizar el sitio como forma de atraer a aquellos.

---

<sup>22</sup> Instituto de empresas, Dpto. Finanzas, Valoración empresas tecnológicas mediante ORs, , Dic. 2004.

## 1. Valoración de una empresa de Internet.

### ¿Cómo se valoraría una empresa de Internet de reciente creación<sup>23</sup>?

Para ilustrar el uso de las OR's en este tipo de valoraciones, usaremos el método Black y Scholes, pero particularmente se pretende destacar aspectos como:

- Cono de incertidumbre.
- Incertidumbre y flexibilidad de la secuenciación.
- El efecto unidireccional de las OR's.
- Valor total de un proyecto.

La idea consiste en desarrollar inicialmente un portal de Internet, lo que implica un primer desembolso por \$5 millones. Si todo se desarrolla según lo previsto - por secuenciación-, dos años más tarde, se procederá a crear un negocio para comercio electrónico que implicará una segunda inversión de \$30 millones, ésta última cantidad debe posibilitar establecer la compañía firmemente en el mercado. Si ello se consigue, se estima que el valor de la empresa en dicho instante asciende a \$33.027 millones. Si al momento de realizar éste desembolso ven que la empresa tendrá un valor menor a \$30 millones simplemente no invertirán (tienen el derecho pero no la obligación).

La clave del análisis está en la incertidumbre del negocio, es decir, que los \$33.027 millones que la empresa debe valer dentro de dos años, es un valor promedio que puede ser mayor o menor (“cono de incertidumbre”). Otra característica fundamental, se expresa en el comportamiento del inversionista, quien realizará el desembolso de los \$30 millones, solo si tiene razones fundadas que va a ganar dinero. Esta seguridad sólo la tendrá dentro de dos años y evidentemente, podría perder los \$5 millones del desembolso inicial, pero no incurriría en más pérdidas (efecto unidireccional de las OR's).

---

<sup>23</sup> Juan Mascareñas, Metodología de la valoración de las empresas de Internet, Madrid, Mayo 2001.

Primero se estructura una cartera de referencia. Para esto debemos preguntarnos qué acciones o índices guardan gran correlación con el objeto de la nueva empresa. En este caso, como estamos hablando de un portal de Internet que recién está comenzando, la cartera podrá ser conformada por acciones de compañías de Internet, que hayan surgido en el último año y que coticen en los mercados financieros.

Una vez conformada esta cartera, se calculan los datos de entrada para la fórmula Black y Scholes. El valor presente de la empresa es el valor que tendrá dentro de 2 años, una vez instalada y funcionando, descontado a la fecha de hoy. Para obtener este valor veamos las siguientes tablas.

Tabla 1-1. Cartera de referencia (en millones).

	Ventas	Precio de mercado	Ratio P / V	Volatilidad
Empresa A	27.30	21.23	1.286	80%
Empresa B	24.50	19.54	1.254	90%
Empresa C	23.80	17.22	1.382	75%
Empresa D	29.50	26.70	1.105	95%
Promedios	26.275		1.257	85%

Tabla 1-2. Valor de la empresa (en millones).

Ventas esperadas de la nueva empresa	\$26.275
Valor de la nueva empresa en 2 años	\$33.027
Valor actual de la nueva empresa	\$21.130

Como vemos en la tabla 1-1, conformamos la cartera con acciones de 4 empresas y de cada una de ellas obtenemos el total de ventas y su precio en el mercado. Para cada una se establece un ratio P/V y obtenemos un promedio, que en este caso, es igual a 1.257.

Esto implica que, a cada dólar de ventas de estas compañías el mercado le otorga un valor de \$1.257. En la tabla 1-2 vemos cómo se obtiene el valor actual para la nueva empresa. Multiplicando el ratio P/V por sus ventas estimadas obtenemos el valor de la misma una vez instalada, que asciende a \$33.027. Este valor lo descontamos a la fecha actual, a la tasa que requieren los accionistas privados como retorno, que consideramos del 25%. En estas condiciones el valor actual obtenido alcanza los \$21.13 millones.

Una vez resuelto el problema del valor actual pasemos a estimar la volatilidad. Para esto utilizaremos la volatilidad implícita. Buscamos qué volatilidad es la que poseen actualmente las opciones sobre las acciones que conforman nuestra cartera y luego podemos obtener la volatilidad promedio. Sin embargo, se supone que la volatilidad implícita de las cuatro opciones será semejante porque las empresas seleccionadas operan en el mismo sector. La volatilidad obtenida con este método es del 85% como se puede apreciar en la tabla 1-1. El tiempo hasta el momento en que se deba tomar la decisión de invertir el resto de los fondos (los \$30 millones), está establecido en las características de inversión, y ya vimos que es para 2 años. Lo mismo ocurre con su precio de ejercicio, que es igual al monto que se deberá invertir en dos años en caso que sea conveniente hacerlo y que asciende a \$30 millones. El último dato es la tasa libre de riesgo que se observa en bonos a corto plazo del tesoro de EE.UU. y asciende a 5%. Con estos datos, y utilizando la ecuación Black and Scholes, podemos calcular el valor de esta opción (Tabla 1-3).

Tabla 1-3. Detalle de cálculos para fórmulas.

Valoración de OR's con Black y Acholes	Valoración con VAN
$d_1 = \frac{\ln(P/X) + [r + (\sigma^2/2)]t}{\sigma\sqrt{t}}$ $d_1 = \frac{\ln(21.13/30) + [0.05 + ((0.85)^2/2)]2}{0.85\sqrt{2}} = 0.393$	$VAN = -I + \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_n}{(1+i)^n}$
$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$ $d_2 = 0.39 - 0.85\sqrt{2} = -0.809$	$VAN = -5 + \frac{(33 - 30)}{(1.0+0.25)^2}$
De tablas Cumulative Normal Distribution : $N(d_1) = 0.6554, N(d_2) = 0.2119$	$VAN = \$-3.08 \text{ millones}$
$V = [N(d_1)*P] - [N(d_2)*xe^{-rt}]$ $V = [0.6554*21.12] - [0.2119*(30)2.71828^{-0.1}]$ $V = \$8.09 \text{ millones}$ $\text{Valor neto} = \$8.09 - \$5$ $\text{Valor neto} = \$3.09 \text{ millones}$	

El resultado obtenido asciende a \$8.09 millones y descontándole el valor actual de los \$5 millones que se invirtieron al inicio, resulta un valor neto de \$3.09 millones, lo que implica que se debe realizar la inversión. Si este análisis lo hubiéramos realizado mediante el enfoque del VAN el resultado hubiera sido negativo en -\$3.08 millones (a pesar del uso de una tasa baja de descuento, 25%), y la decisión hubiera sido no ejecutar el proyecto. La diferencia entre ambos valores estriba en manejar la flexibilidad en forma estratégica, debido a que el VAN no contempla que los inversores pasarán a la segunda etapa sólo si obtienen el retorno que esperan.

Evidentemente, si el proyecto implicase más inversiones sucesivas hasta situar a la empresa al nivel de la competencia, el análisis se realizaría de la misma forma puesto que cada nueva inversión sería contemplada como una Opción Real y el conjunto de todas ellas sería una opción compuesta (conjunto de opciones donde cada una depende que se haya realizado la anterior).

## V. Decisiones a tomar con las OR's.<sup>24</sup>

Se pueden clasificar en tres grupos que pueden estar interrelacionados:

### 1. Espera / Aprendizaje.

a. La opción diferir (*option to defer*), un proyecto proporciona a su propietario el derecho a posponer su realización durante un plazo de tiempo determinado. Esto le permite aprovechar la reducción de la incertidumbre lo que en sí puede ser valioso.

b. La opción de aprendizaje (*learning option*), proporciona a su propietario la posibilidad de obtener más información a cambio de un coste determinado.

### 2. Inversión / Crecimiento.

a. La opción ampliar (*scale up option*), un proyecto proporciona a su propietario el derecho de adquirir una parte adicional del mismo a cambio de un coste adicional.

---

<sup>24</sup> Instituto de empresas, Dpto. Finanzas, Valoración empresas tecnológicas mediante ORs, Dic. 2004.

b. La opción de intercambio (*switch up option*), proporciona a su propietario el derecho a intercambiar productos, procesos o planta dada una alteración favorable en el precio subyacente o en la demanda de factores o productos.

c. La opción ampliación del alcance (*scope up option*), permite apalancar un proyecto realizado en un sector determinado para que pueda ser utilizado además en otro sector relacionado.

### 3. Desinvertir / Reducir

a. La opción reducir (*scale down option*), un proyecto de inversión proporciona a su propietario el derecho a renunciar a una parte del mismo obteniendo así un ahorro en los costes de operación.

b. La opción intercambio (*switch down option*), permite adaptarse a una estructura de costes más liviana y a unos activos más flexibles para responder a un cambio adverso en la demanda.

c. La opción reducción del alcance (*scope down option*), permite reducir, e incluso abandonar, el alcance de las operaciones en un sector relacionado cuando el potencial de negocio se reduce o desaparece.

i. La opción de abandono (*option to abandon*), proporciona a su propietario la posibilidad de vender, liquidar o abandonar un proyecto determinado.

ii. La opción de cierre temporal (*option to temporarily shut down*), proporciona a su propietario el derecho a abandonar de forma temporal la explotación de un proyecto de inversión.

Generalizando, podemos decir que las OR's pueden ser de crecimiento, espera y de abandono<sup>25</sup>. En los proyectos de inversión pueden haber simultáneamente varios tipos, por lo que, si ha entendido bien el proceso de su valoración individual, podrá estimar su valor conjunto con pequeños ajustes.

Tomemos por ejemplo una Opción Real de aprendizaje: es el caso de una empresa que invirtió millones de dólares en I&D para desarrollar un nuevo compuesto que prometía mucho como aditivo para una serie de productos de consumo humano. Los ejecutivos gastaron mucho dinero en pruebas de toxicidad y habían hecho otros grandes gastos relacionados con seguridad, seguidos por sofisticadas pruebas en los consumidores, todas las cuales indicaban que el compuesto tenía un considerable potencial para exigir precios altos - pero la empresa aún no había ampliado su capacidad productiva para producir el compuesto en cantidades comerciales -, con base en largos años de experiencia, los ejecutivos simplemente supusieron que se podría producir a un costo aproximado de \$20 por unidad y no prestaron más atención a los costos de producción comercial.

Sin embargo, resultó que el proceso de fabricación era mucho más difícil a lo previsto. El costo de producir el compuesto ascendería a más de cien dólares por unidad, ubicándolo fuera de su rango de factibilidad comercial. Si los ejecutivos hubiesen valorado la volatilidad del costo en forma eficaz, habrían gestionado el proyecto de manera distinta.

Se habrían percatado más pronto que el proceso de fabricación representaba la mayor incertidumbre que rodeaba al proyecto. Eso los habría motivado a trasladar esfuerzos de la I&D de productos, hacia la I&D de procesos, para evaluar primero la factibilidad de fabricación y después, investigar la demanda de consumo. Tomar en cuenta la volatilidad del costo habría producido un valor total mucho menor, llevándolos a reducir la inversión en una etapa más temprana y ahorrándose millones de dólares.

---

<sup>25</sup> Prosper Lamote, Opciones reales y valoración de activos, Prentice Hall.

## VI. Problemas y errores en las OR's.

Los ejecutivos deben de considerar una serie de dificultades técnicas al aplicar las herramientas estándar para opciones financieras en la valoración de OR's. Por ejemplo:

- Establecer una cifra confiable de volatilidad<sup>26</sup> para la cual muchas veces no existen números históricos, es determinante. Para estimar la volatilidad de un proyecto debemos desarrollar primero un modelo financiero del negocio, usando los valores más probables para todos los factores que impulsan los costos e ingresos.
- Debemos enfatizar, si las proyecciones actuales, la tasa de descuento y la estimación de volatilidad son defectuosas, como consecuencia, las estimaciones de valor de las OR's también serán erradas. En realidad para los proyectos altamente inciertos cualquier método, sin importar cuan sofisticado sea, será inexacto.
- Lo que la valoración puede y debe hacer es establecer valores relativos dentro de un portafolio de oportunidades, brindando un medio para clasificar a los contendientes de manera que los ejecutivos puedan seleccionar solo los más prometedores. Es tiempo perdido<sup>27</sup> preocuparse por un valor preciso de OR's.
- Postergar el lanzamiento de productos no necesariamente agregará valor a un proyecto, se terminará pagando un costo de oportunidad. La relación entre tiempo y valor de una inversión puede ser menos consistente en las OR's que con las OFI.

Así, en el largo plazo, el enfoque OR's contribuye a seleccionar mejores proyectos que sus competidores más tímidos, manteniendo el riesgo bajo control, y superando de esa forma a sus rivales tanto en los mercados de productos como en los capitales.

---

<sup>26</sup>J. Mascareñas, Metodología de valoración de empresas de Internet, U. Complutense de Madrid, Mayo 2001.

<sup>27</sup>Valoración de empresas tecnológicas mediante ORs, Instituto de empresas, Madrid, Diciembre 2004.

## **VII. Consideraciones Finales.**

La práctica corporativa de las industrias basadas en el conocimiento, reflejan un panorama que sugiere ocurre una evolución lenta y modesta en la adopción de técnicas capaces de capturar el riesgo financiero, operativo, regulatorio y especialmente, el riesgo estratégico de las decisiones. Estas empresas han construido con las bases académicas, un marco de investigación y consulta de nuevas técnicas de valoración al grado que muchas de estas han adoptando activamente el enfoque de las OR's.

Sin embargo, desde una perspectiva analítica de este enfoque, resulta necesario responder algunas incógnitas, tales como: ¿Cuál es el aporte de las OR's a la practica gerencial?; ¿Puede este proceso incrementar o perder su modesta aceptación?; y ¿Cómo la práctica de OR's cambia en el tiempo?.

La evidencia del aporte de las OR's parece bastante clara. Primero, estas servirán no simplemente como una herramienta analítica, también, como una manera general de pensamiento para apoyar o refutar la intuición en las decisiones y, en una manera más rigurosa e intensiva, como un proceso organizacional al impulsar la adopción del paradigma, "ejecución de inversiones por etapas". Además, probablemente aumentará la convergencia entre varios enfoques complementarios a las OR's, particularmente los enfoques de " análisis de decisión " y "precios de opciones".

Su aceptación dependerá del grado en que las OR's contribuyan a que los gerentes tomen mejores decisiones de inversión, y que estas decisiones finalmente incrementen más la riqueza de los accionistas de la empresa. Sin embargo, las pruebas definitivas que este proceso contribuye a tomar decisiones correctas, solo las encontraremos en la práctica gerencial, y el resultado como todos esta vinculado a un mundo incierto de decisiones.

A futuro, se visualizan dos factores de cambio en la práctica de las OR's que pueden influir definitivamente en su desarrollo. El primero, es una red de trabajo en torno al uso de las OR's, entre más compañías hablen el mismo idioma y usen esta técnica para evaluar proyectos internos, otras compañías podrían seguir su ejemplo. Tal efecto es ya detectable en la industria de energía, farmacéuticas y tecnologías de información. El otro factor es un "voto de confianza" de los mercados. Mientras sea una herramienta técnicamente confiable para la valoración de compañías cuyos activos son sensibles a la incertidumbre, es probable que este enfoque, finalmente desarrolle todo su potencial en este ámbito.

Finalmente, por largos períodos de tiempo y especialmente ante un entorno globalizado en los negocios, las compañías capaces de identificar y aplicar el potencial de técnicas como las OR's, son las que logran poner en practica los mejores procesos de decisiones de inversión y seguirán prosperando en relación a aquellas cuyos procesos de decisión son deficientes.

## **Glosario de términos.**

**Activo subyacente:** por ejemplo, una acción, un índice bursátil, una obligación o una divisa, para OFI. Y activos reales para OR's.

**Call option:** es la opción que da derecho a comprar un activo por un precio prefijado y durante un tiempo determinado.

**Costo de oportunidad:** beneficio o flujo de caja al que se renuncia al adoptar un curso de acción.

**Estocástico:** cambio aleatorio del precio del activo subyacente, sin tendencias ni modelos perceptibles.

**Gestión de portafolios:** proceso de creación, revisión y evaluación de una cartera de inversiones en activos financieros o reales.

**Opción financiera:** contrato que le proporciona al tenedor de una opción el derecho, pero no la obligación de comprar o vender un activo, con base en algún precio predeterminado dentro de un periodo específico de tiempo.

**Opción americana:** opción que puede ser ejercida en cualquier momento hasta la fecha de su expiración.

**Opción europea:** opción que puede ejercerse únicamente en la fecha de expiración.

**Put option:** es la opción que da derecho a vender un activo por un precio prefijado y durante un tiempo determinado.

**Precio de ejercicio:** precio que debe pagarse (al comprar o vender) por una acción de capital común cuando se ejerce una opción.

**Paradigma:** esquema mental o conjunto de ideas que pueden aparecer e intercambiarse en un contexto determinado.

## **Referencias Bibliográficas.**

1. Michael J. Mauboussin, artículo “Using Real Options in Security Analysis”, Credit Suisse First Boston Corporation, Junio 1999.
2. Prosper Lamote, Prentice Hall, “Opciones Reales y Valoración de Activos”.
3. Ernst & Young, Johnny Alpizar, artículo “Riesgos Estratégicos en 2008”, Febrero 2008.
4. Alex Triantes, “Real Options”, Bank of America - Journal of Applied Corporate Finance, University of Maryland 2001.
5. Investigación & Desarrollo - Dpto. de Capacitación y Desarrollo de Mercados /Bolsa de Comercio de Rosario, “Real Options”, Marzo 2001.
6. Douglass C. North, “La Nueva Economía Institucional”, Traducido del Journal of Institutional and Theoretical Economics, 1990.
7. Soussan Faiz, “Valoración de Opciones Reales”, Oilfield Review, primavera de 2004.
8. Adam Borison, “Real Options Analysis: Where are the Emperor’s Clothes?”, Journal of Applied Corporate Finance, 2005.
9. Alex Triantes, “Real Options : State of the Practice”, University of Maryland, Verano 2001.
10. Alexander B. Van Putten e Ian C. MacMillan “Opciones Reales que realmente funcionan”, Harvard Business Review America Latina, Diciembre 2004.

11. Martin Bersal, “Valoración Empresas Tecnológicas Mediante Opciones Reales”, Instituto de Empresas, Dpto. Finanzas, Madrid Dic. 2004.
  12. Juan Mascareñas, “Metodología de la Valoración de las Empresas de Internet”, Madrid, Mayo 2001.
  13. Eva de Arrilucea, “Valoración de la Empresa Internet Yahoo!!”, mediante Opciones Reales, País Vasco, 2000.
  14. Javier Fernández, “Valoración de Empresas de la Nueva Economía”, Madrid, Mayo 2001.
-