



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas  
Biblioteca "Alfredo L. Palacios"



# Opciones reales

González, Néstor Jorge

2003

Cita APA: González, N. (2003). Opciones reales.  
Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires.  
Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Posgrado

Este documento forma parte de la colección de tesis de posgrado de la Biblioteca Central "Alfredo L. Palacios".  
Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

Fuente: Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Buenos Aires

**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS**

**POSGRADO**

**ESPECIALIZACION EN ADMINISTRACION FINANCIERA**

**TUTOR: CELESTINO, CARBAJAL**

*Col. 1502/0320*

**OPCIONES REALES**

CATALOGADO

*G.3352;  
G40R  
Trab. Reser.*

**por**

**NESTOR J. GONZALEZ**

**DNI**

**12.557.374**

**Noviembre de 2003**

**NESTOR J. GONZALEZ**  
Republica Arabe Siria 3262 1 D  
Ciudad de Buenos Aires  
TE: 4341-0537 (laboral)  
TE: 4803-2080 (particular)

---

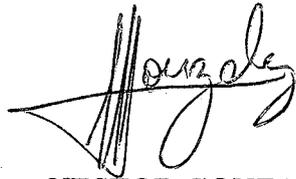
Buenos Aires, 5 de octubre de 2004-

**SECRETARIA DE POSGRADO**  
**Carrera de Especialización en Administración Financiera**  
**S / D**

De mi consideración:

Mediante la presente, adjunto un ( 1 ) disquete del trabajo final de "OPCIONES REALES", correspondiente a la carrera de Posgrado de Especialización en Administración Financiera.

Atentamente



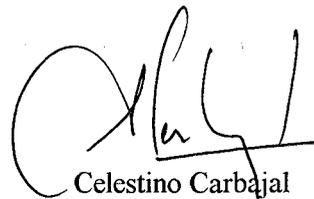
**NESTOR GONZALEZ**

**DNI 12.557.374**

Buenos Aires, 12 de Octubre de 2004

Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas  
Departamento de Postgrado

Tengo el agrado de dirigirme a ese Departamento de Postgrado a fin de hacerle llegar el trabajo final de grado presentado por el **Contador Nestor J. Gonzalez titulado "Opciones reales"** correspondiente a la carrera de postgrado en Administración Financiera; el mismo ha sido aprobado por mí con calificación: Distinguido (4).



Celestino Carbajal  
Profesor Titular  
Decisiones de Financiamiento

## PROLOGO

Una vez finalizado los Módulos que comprenden la Carrera de Posgrado de Especialización de Administración Financiera, me propuse desarrollar la tesis, de acuerdo al diseño curricular establecido.

Obviamente el primer obstaculo, fue tratar de definir el tema de la tesis, el cual quería que fuera algo representativo de la carrera. Pero me encontré , y me imagino que habrá ocurrido con la mayoría de mis colegas, en la etapa más difícil de la elaboración de una tesis, porque por momentos aparecen en la mente varios temas , que pueden formar parte de la misma, pero luego se desvanecen , hasta que la idea surge de repente, y en forma paulatina ese proceso va tomando forma.

Por lo tanto me decidí por el tema de **OPCIONES REALES**, como herramienta de valuación de proyectos y determinación del valor de las Compañías.

Para ello me avoque a la investigación del tema , leyendo distintos libros, revistas de Finanzas, sitios de internet, etc.

Durante el desarrollo del trabajo , me fui involucrando con el mismo, y pude observar que el tema de Opciones Reales , a mi criterio, es apasionante, a pesar de que en la Empresas , es muy difícil aplicarlo porque no siempre se puede identificar un proyecto de inversión con algún activo financiero subyacente , como lo exige el Modelo de Valuación de Opciones.

Asimismo, se requiere el conocimiento de la evolución de los resultados, a través del análisis de la serie histórica, que no siempre está disponible, para obtener la dispersión.

Por ultimo , entiendo, a mi criterio, que el haber realizado esta tesis, significó una oportunidad de desarrollar metódicamente un aspecto teórico , el cual representa un complemento a la currícula del Posgrado, y a su vez permitirá continuar a otros profesionales, de este Posgrado en la profundización y tal vez en la aplicación de este método en la Empresas.

INDICE

<b>PROLOGO .....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>5</b>
<b>Las Limitaciones del VAN y de la TIR.....</b>	<b>5</b>
La aplicación de la Teoría de opciones a la Evaluación de Proyectos de Inversión.....	5
Las Limitaciones del VAN y de la TIR en la Valoración de Empresas.....	5
Las Opciones Reales y la Aplicación de la Teoría de Opciones.....	6
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>8</b>
<b>OPCIONES REALES.....</b>	<b>8</b>
Concepto de Opciones.....	8
Determinantes del Valor de una Opción.....	9
El Modelo de Fijación de Precios. La formula de BLACK-SCHOLES.....	12
Aplicaciones de la teoría de valoración de opciones.....	14
Clases de opciones Reales .....	17
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>19</b>
<b>OPCION DE POSPONER.....</b>	<b>19</b>
La Opción de Posponer .....	19
Datos en la Valuación.....	20
Valuando una Opción de Posponer un Proyecto .....	22
Un caso de análisis.....	22
Implicancias de el derecho de Posponer un Proyecto como una opción.....	24
<b>ILUSTRACIÓN 1_ OPCION POSPONER.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>27</b>
<b>OPCION DE EXPANDIRSE.....</b>	<b>27</b>
La Opción de Expandirse.....	27
Valuando una Opción de Expandirse.....	27
Un Caso de análisis .....	27
Implicancias .....	29
Consideraciones Estratégicas /Opciones.....	29
<b>ILUSTRACION _1 OPCION DE EXPANDIRSE.....</b>	<b>32</b>
<b>ILUSTRACION 2_ OPCION DE EXPANDIRSE.....</b>	<b>33</b>
<b>ILUSTRACION 3_ OPCION DE EXPANDIRSE.....</b>	<b>34</b>

<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>35</b>
<b>OPCION DE ABANDONAR .....</b>	<b>35</b>
La Opción de Abandonar .....	35
Valuando una Opción de Abandonar .....	36
Un Caso de análisis .....	36
Implicaciones Estratégicas .....	38
<b>ILUSTRACIÓN_ 1 OPCION DE ABANDONAR.....</b>	<b>39</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>41</b>

## INTRODUCCION

### Las Limitaciones del VAN y de la TIR

#### La aplicación de la Teoría de opciones a la Evaluación de Proyectos de Inversión.

Los métodos de descuento de flujos de fondos pueden dar lugar a una infravaloración sistemática de los proyectos, ignorando el valor estratégico de los mismos; los directivos no solo deben tomar sus decisiones en base a métodos cuantitativos, sino que mirando al futuro, deberán realizar valoraciones basada en la teoría de opciones.

La metodología estándar para evaluar un proyecto de inversión es hallar su valor actual neto (VAN) o tasa interna de rentabilidad (TIR) en base a la estimación realizada en el momento cero, de los flujos futuros asociados con el proyecto.

Descontando estos flujos a una tasa que, de forma adecuada recoge los riesgos asociados con los flujos, se obtiene el VAN del proyecto.

De acuerdo con los principios del **Método de Descuento de Flujos de Caja**, y puramente desde la perspectiva financiera, proyectos independientes con un VAN positivo serán aceptados y los de VAN negativo rechazados.

Y en el caso de utilización de la **TIR**, aquellos proyectos cuya TIR de sus flujos futuros sea mayor que el costo de oportunidad de los recursos para el inversor (la Empresa) serán aceptados y los de una TIR menor que este costo serán rechazados.

Este método implica que la empresa está decidida a llevar a cabo el proyecto en el futuro según las decisiones operativas y financieras previstas, aunque, de hecho, no es necesario que la dirección tome dicha decisión antes de la fecha de su implantación.

Es decir, el método estándar no tiene en cuenta el valor de las opciones que tiene la empresa de no proseguir si las condiciones cambian (nueva información) antes de la fecha de implantación. Considerar "irreversibles" las decisiones de inversión, ignorando las distintas clases de opciones operativas que tiene la empresa (el inversor) a lo largo de la vida del proyecto, que puede ir ejerciéndolas según como evolucionen ciertos hechos relevantes, limita la utilización de las técnicas del VAN y TIR para el análisis de inversiones.

#### Las Limitaciones del VAN y de la TIR en la Valoración de Empresas

Las limitaciones ya mencionadas de las técnicas del VAN y TIR para valoración de proyectos de inversión se ponen de relieve aun más en el caso de valoración de empresas o negocios.

La valoración de empresas que poseen opciones reales de crecimiento usando el método del VAN o el TIR presenta dificultades ya que se debe estimar:

- El momento en que la empresa ejercerá dicha opción, si es que decide ejercerla.
- Los flujos de fondos contingentes que se generan en el futuro, según cómo se resuelvan las incertidumbres actuales.

Por estos motivos, la valoración de empresas o de proyectos que proporcionan algún tipo de flexibilidad futura (Opciones Reales) no se puede realizar con las técnicas tradicionales de actualización de flujos (VAN o TIR).

Los métodos de análisis basados en Árboles de Decisión solucionan algunas de las deficiencias de los métodos (VAN y TIR) pero tampoco proporcionan una valoración totalmente satisfactoria.

Por lo tanto en el Capítulo I veremos los conceptos fundamentales de las Opciones, para introducirnos luego al tema motivo de esta tesis-OPCIONES REALES-, sus distintas clases( Opción de demorar, Opción de abandonar, opción de expandir, etc ), como así también los diferentes elementos que hay que considerar en el Modelo de Valoración de Opciones, a través del método de Black -Scholes.

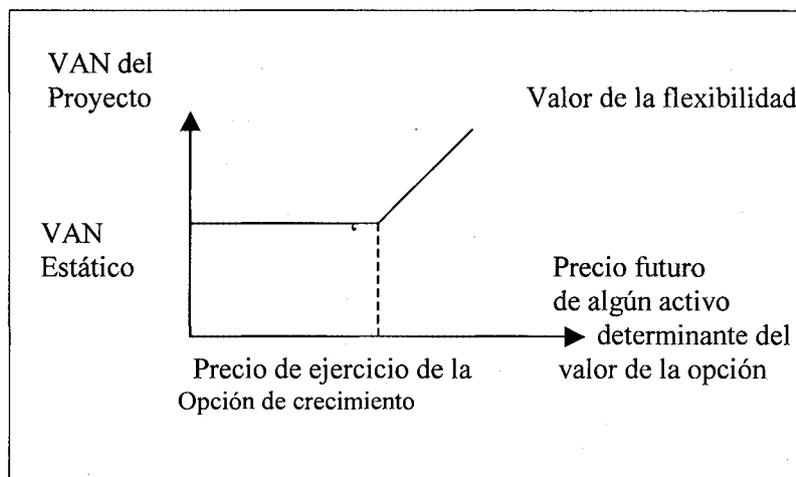
### Las Opciones Reales y la Aplicación de la Teoría de Opciones

La posibilidad de actuación discrecional en el futuro, a partir de la resolución de alguna incertidumbre actual, es lo que se llama una **Opción Real**.

. La existencia de esta opción introduce una asimetría en la distribución del valor del proyecto, el cuál representa una expansión del valor de la oportunidad de inversión en relación con el análisis estándar del VAN, ya que la dirección podrá aprovechar todo el potencial de mejora derivado del ejercicio de la opción, al mismo tiempo que limita las pérdidas.

Esta asimetría exige una utilización más amplia de la técnica del VAN, que refleje ambas fuentes de valor para un proyecto:

- el VAN tradicional estático de los flujos de fondos
- +
- el valor de la flexibilidad incorporada en las Opciones Reales de crecimiento



La teoría de opciones reconoce explícitamente la flexibilidad de la dirección para adaptar sus acciones futuras dependiendo de ciertos hechos futuros, o sea las Opciones Reales.

La valoración de estas opciones se hace del mismo modo que el Mercado de Valores es decir, como podemos ver en el cuadro siguiente, existe una relación, bastante estrecha, entre una opción y un proyecto de inversión:

Oportunidad de inversión		Opción de compra
Valor Presente de los activos operacionales a ser adquiridos	<b>S</b>	precio del activo
Gasto requerido para adquirir los activos	<b>K</b>	precio de ejercicio
Lapso de tiempo durante el cual la decisión puede ser retrasada	<b>T</b>	tiempo restante para la expiración
Valor del dinero en el tiempo	<b>r</b>	tasa libre de riesgo
Riesgo asociado a los activos del proyecto	$\sigma^2$	varianza de los retornos de la acción

. En el Capítulo II analizaremos las Opciones de Posponer una inversión, ya que son valiosas en sectores que trabajan con recursos naturales y también para inversiones de capital, en donde es conveniente esperar, teniendo en cuenta aquellos lugares en donde una vez que se hace la inversión, esta es irreversible.

La Opciones de Expandirse las veremos en el Capítulo III, donde las Cías suelen invertir en algunos proyectos porque al hacerlo les permite llevar adelante otros proyectos, o bien entrar en otros mercados en el futuro.

En estos casos, podría argumentarse que los proyectos iniciales son opciones que permiten a la empresa tomar otros proyectos, y por lo tanto debería estar dispuesta a pagar un precio por esas opciones

Por ultimo, en el Capítulo IV, analizaremos las Opciones de Abandonar, las cuales son valiosas cuando sus flujos de fondos no alcanzan las expectativas. Además en las industrias de capital intensivas donde la Dirección quiere tener la flexibilidad de capturar algo del valor de venta de sus activos cuando el valor de uso de los mismos ha caído significativamente. También en industrias de alto costo variable y consecuentemente bajos márgenes operativos, la opción de cerrar suele ser de gran valor.

## CAPITULO I

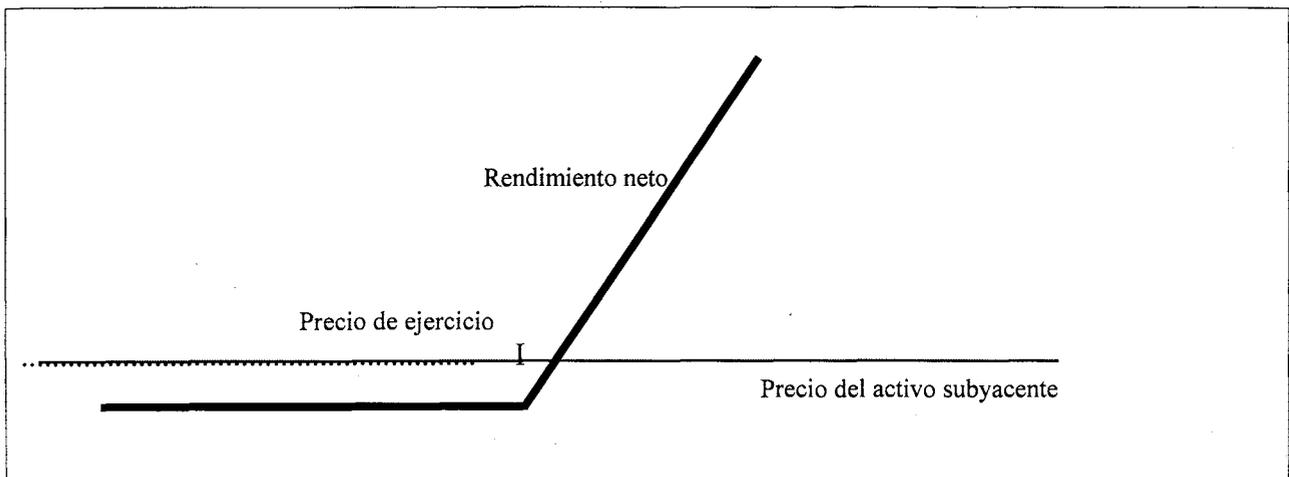
## OPCIONES REALES

Concepto de Opciones.

Una OPCION le da el derecho a su tenedor de comprar o vender una cantidad especificada de un activo subyacente a un precio fijado ( conocido como precio de ejercicio), antes o en la fecha de vencimiento de la opción. Dado que es un derecho y no una obligación, el tenedor puede elegir no ejercer su derecho y dejar que la opción expire. Existen dos tipos de opciones: opciones de compra y opciones de venta

La opción de compra le da al comprador de la opción, el derecho de adquirir el activo subyacente a un precio fijado, llamado precio de ejercicio, en cualquier momento anterior a la fecha de vencimiento de la opción: el comprador paga un precio por tener este derecho. Si al momento del vencimiento el valor del activo es menor que su precio de ejercicio, la opción no es ejercida y caduca sin valor. Pero si el valor del activo es mayor que el precio de ejercicio la opción es ejercida y el comprador de la opción compra la acción al precio de ejercicio y la diferencia entre el valor del activo y el precio de ejercicio es la ganancia bruta sobre la inversión. La ganancia neta ( **Figura 1**) sobre la inversión es la diferencia entre la ganancia bruta y el precio pagado por la opción de compra inicialmente.

**Figura 1** El rendimiento sobre una opción de compra.



Una opción de venta le otorga al tenedor de la opción el derecho de vender el activo subyacente a un cierto precio, de nuevo llamado precio de ejercicio, en cualquier momento, previo a la fecha de vencimiento de la opción. Si el precio del activo subyacente es mayor que el precio de ejercicio, la opción no será ejercida y caducará sin valor alguno. En cambio, si el precio del activo subyacente es menor que el precio de ejercicio el dueño de la opción de venta venderá la opción al precio de ejercicio, reclamando la diferencia entre el precio de ejercicio y el valor de mercado del activo como su ganancia bruta. Aquí también, la ganancia neta de la transacción se obtiene neteando el costo inicial pagado por la opción de venta.

### Determinantes del Valor de una Opción.

El valor de una opción está determinado por el número de variables relacionadas con el activo subyacente y con los mercados financieros.

**Valor corriente del Activo Subyacente.** Las opciones son activos cuyo valor deriva de un activo subyacente. Consecuentemente, los cambios en el valor del activo subyacente afectan el valor de las opciones sobre ese activo. Dado que las opciones de venta otorgan el derecho de comprar el activo subyacente a un precio prefijado, un aumento en el valor del activo hará aumentar el valor de las opciones de ventas. Por el otro lado, las opciones de venta pasan a tener menos valor a medida que aumenta el valor del activo.

**Varianza del valor del Activo Subyacente.** El comprador de una opción adquiere el derecho de comprar o vender el activo subyacente a un precio prefijado. Cuanto mayor sea la varianza del valor del activo subyacente, mayor será el valor de la opción. Esto se verifica tanto para las opciones de compra como para las de venta. Esto se debe a que las opciones difieren de otros tipos de títulos porque nunca pueden perder más que el precio que ha pagado por ellas, pero tienen potencial de ganancia en uno de los sentidos de la variación.

**Precio de Ejercicio de la Opción.** Una de las principales características para describir una opción es su precio de ejercicio. En el caso de las opciones de compra donde el tenedor adquiere el derecho de comprar a un precio prefijado, el valor de la opción de compra disminuye a medida que el precio de ejercicio aumenta. En el caso de las opciones de venta, donde el tenedor tiene el derecho de vender a un precio determinado, el valor crece a medida que el precio de ejercicio aumenta.

**Fecha de Ejercicio de una Opción.** Tanto las opciones de compra como las opciones de venta pasan a tener mayor valor cuanto más se alarga la vida de la opción. Esto es así porque cuanto mayor sea el plazo, habrá más tiempo para que el valor del activo subyacente se mueva, acrecentando el valor de ambos tipos de opciones. En forma adicional, en el caso de una opción de compra (donde el comprador tiene que pagar un precio fijo a la fecha de ejercicio), el valor presente de este precio fijo disminuye a medida que la vida de la opción se dilata, aumentando el valor de la opción de compra.

**La tasa de interés libre de riesgo correspondiente a la Vida de la Opción.** La tasa de interés libre de riesgo afecta la valuación de las opciones principalmente porque afecta el valor presente del precio de ejercicio. Dado que el precio de ejercicio no tiene que ser pagado (o recibido) hasta la fecha de ejercicio de la opción de compra o venta, los aumentos en la tasa de interés harán crecer el valor de las opciones de compra y disminuir el valor de las opciones de venta.

**Los Dividendos Pagados sobre el Activo Subyacente.** El valor del activo subyacente puede esperarse que disminuya si se pagan dividendos sobre el activo subyacente durante la vida de la opción. En consecuencia, el valor de una opción de compra sobre el activo es una función decreciente del tamaño de los dividendos que se espera que se paguen, y el valor de una opción de venta es una función creciente del pago de dividendos esperado. Una manera más intuitiva de pensar el efecto del pago de dividendos sobre opciones de compra es pensarlo como un costo de posponer el ejercicio de opciones in the money.<sup>1</sup> Para ver

---

<sup>1</sup>Desde el pto. de vista de una opción de compra, cuando el precio spot o de mercado del activo subyacente es mayor que el precio de ejercicio, se dice que la opción está "in the money". Si el precio de mercado está por debajo del precio de ejercicio está "out the money", y en el caso de que ambos coincidan, la opción está "at the money".

por que, considere una opción de compra sobre la acción negociada. Una vez que está "in the money", ejercer la opción de compra hará que el tenedor de la opción obtenga la acción, y tenga el derecho a los dividendos que se paguen sobre esa acción en los períodos subsiguientes. No poder ejercer la opción significará que estará renunciando a estos dividendos

En la **Tabla 1** se puede ver un resumen de las seis variables claves y sus efectos previstos sobre el precio de las opciones de compra y las opciones de venta:

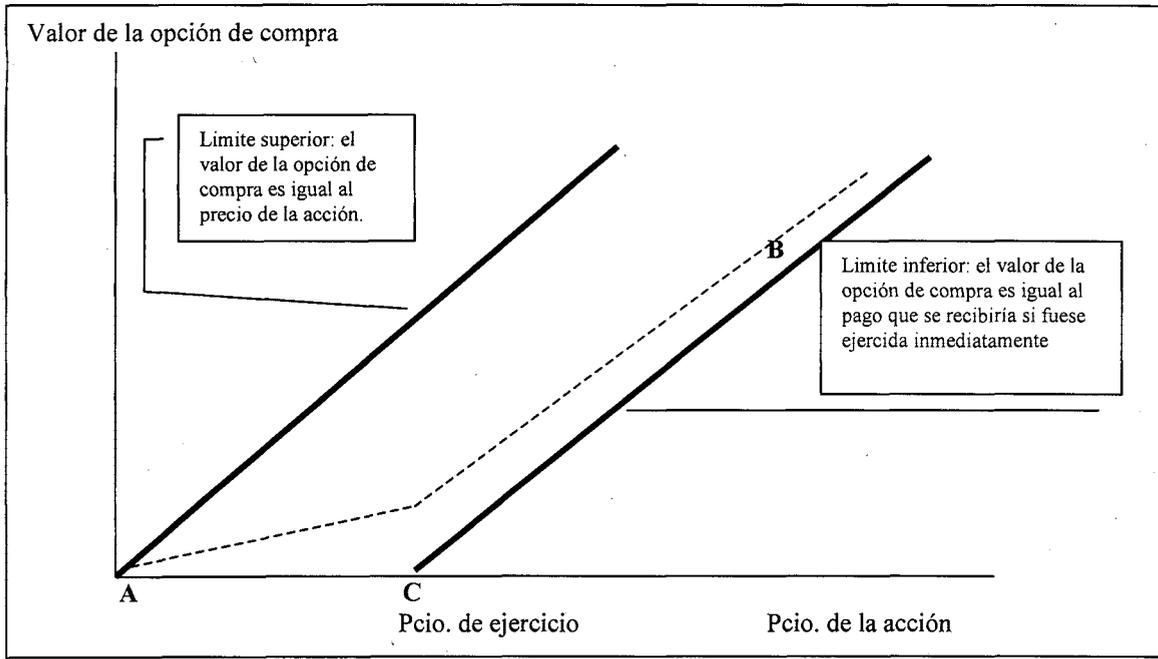
**TABLA 1-** Resumen de las variables que afectan a los precios de los opciones de compra y opciones de venta.

FACTOR	VALOR OP. COMPRA	VALOR OP. VENTA
Aumento en el valor del activo subyacente	aumenta	disminuye
Aumento en el precio de Ejercicio	disminuye	aumenta
Aumento en la Varianza del Activo Subyacente	aumenta	aumenta
Aumento del tiempo hasta la fecha de ejercicio	aumenta	aumenta
Aumento en las tasas de interés	aumenta	disminuye
Aumento en los dividendos pagados	disminuye	aumenta

Para ilustrar lo que estamos exponiendo, consideremos una opción para comprar acciones a \$ 65. Si el precio de la acción es inferior a \$ 65, en la fecha de expiración, la opción de compra no tendrá ningún valor, si el precio de la acción es superior a \$ 65, la opción de compra valdrá \$ 65 menos el valor de la acción. Incluso con anterioridad al vencimiento, el precio de la opción nunca puede estar por debajo de la línea gruesa- ver **Figura 2\_El valor de una opción**. Por ejemplo si nuestra opción estuviese valorada en \$ 5 y la acción en \$ 100, sería rentable para todo inversor comprar la acción, ejercerla por \$ 65 adicionales y luego vender la acción. esto proporcionaría un beneficio de \$ 30.

La línea diagonal es el límite superior para el precio de la opción. ¿Porqué? .Porque la acción proporciona en ultimo término un resultado mejor, pase lo que pase .Si a la expiración de la opción el precio de la acción termina por encima del precio de ejercicio, el valor de la opción es el precio de la acción menos el precio de ejercicio. Si el precio de la acción es menor que el precio, la opción no tiene valor, pero el propietario de la acción tiene aún un título con valor

Figura 2 El valor de una opción



Si la acción tiene el mismo precio que la opción, todos se apresurarán a vender la opción y comprar la acción. Por tanto el precio de la opción debe estar dentro de las dos diagonales de la **Figura 2**. En realidad se encontrará sobre una línea curva, con pendiente creciente como la línea discontinua representada en la **Figura.2** Esta línea inicia su trayectoria donde los límites superior e inferior, se encuentran (valor cero) Luego sube, gradualmente se hace paralela al tramo con pendiente ascendente del límite inferior.

Esta línea nos revela un hecho importante respecto a los valores de las opciones. El valor de una opción aumenta a medida que lo hace el precio de la acción, si el precio de ejercicio se mantiene constante. Pero observemos el comportamiento de la línea discontinua. Tres puntos podemos señalar sobre la línea discontinua, A, B y C.

**Punto A:** cuando la acción no vale nada, la opción no tiene valor. Un precio de la acción igual a cero significa que no hay posibilidad de que la acción tenga nunca valor futuro. Es seguro que la opción expirará sin ser ejercida y sin valor, y que la opción carece de valor.

**Punto B.** Cuando el precio de la acción aumenta, el precio de la opción se acerca al precio de la acción menos el valor actual del precio de ejercicio. debemos observar que la línea discontinua representa el precio de la opción en un momento dado, se hace paralela a la línea gruesa ascendente, que representa el límite inferior del precio de la opción. La razón es la siguiente: a mayor precio de la acción, mayor probabilidad de que eventualmente la opción sea ejercida. Si el precio de la acción es suficientemente alto, el ejercicio de la opción se hace virtualmente cierto, la probabilidad de que el precio de la acción caiga por debajo del precio de ejercicio antes que la opción expire se hace muy pequeña.

Si uno tiene una opción que sabe que será canjeada por una acción, realmente es hoy propietario de la acción. La única diferencia es que no se tiene que pagar por la acción, hasta más tarde cuando tenga lugar el ejercicio formal. La compra de la opción de compra es equivalente a comprar la acción, pero financiando parte de la compra con deuda. La cantidad implícitamente comprada a préstamo es el valor actual del precio de ejercicio. El valor de la opción de compra es igual, por consiguiente, al precio de la acción menos el valor actual del precio de ejercicio.

Esto nos lleva a otro importante aspecto relativo a las opciones. Los inversores que adquieren acciones a través de una opción de compra están comprando recurriendo a la venta a plazos. Pagan hoy el precio de la de compra de la opción, pero no satisfacen el precio de ejercicio de la opción hasta que realmente realizan la opción. Este pago aplazado es particularmente valioso cuando los tipos de interés son altos y la opción tiene un periodo de vencimiento largo. Con un tipo de interés " $r_f$ " y un periodo de tiempo hasta el vencimiento " $t$ ", esperaríamos que el valor de la opción estuviese en función del producto de " $r_f$ " por " $t$ ", el valor de una opción aumenta con el tipo de interés y con el período de vencimiento.

**Punto C:** El precio de la opción es siempre superior a su valor mínimo (excepto cuando el precio de la acción es cero). Hemos visto que la línea discontinua y gruesa de la figura coinciden cuando el precio de la acción es cero ( punto A), pero en cualquier otro punto las líneas divergen: es decir, el precio de la opción debe ser superior al valor mínimo dado por la línea gruesa. La razón de que esto sea así puede comprenderse examinando el punto C.

En el punto C. el precio de la acción coincide exactamente con el precio de ejercicio.: la opción no tendría ningún valor si fuese ejercida hoy.

Si hay probabilidad positiva de obtener un resultado positivo, y si en el peor de los casos el resultado es cero, la opción debe tener algún valor. Esto significa que el precio de la opción en el punto C es superior a su límite inferior, que en el punto C, es cero. En general el precio de la opción será superior a su límite inferior mientras tenga que transcurrir un cierto plazo de tiempo hasta su expiración.

Uno de los determinantes mas importantes de la altura de la curva discontinua (es decir, de la diferencia entre el valor actual y de del limite inferior) es la probabilidad de movimientos considerables en el precio de la acción. . Una opción sobre una acción cuyo precio no es probable que oscile en mas de un 1 o 2 % no valdrá mucho, una opción sobre una acción cuyo precio puede doblarse o reducirse a la mitad tendrá un elevado valor.

La probabilidad de cambios importantes en el precio de la acción durante la vida que reste de una opción depende de dos variables 1) la varianza (es decir, la volatilidad) del precio de la acción por período y 2 ) el numero de períodos hasta que expire la opción. Si quedan " $t$ " periodos, y la varianza por periodo es  $\sigma^2$  el valor de la opción dependería de la variabilidad acumulada  $\sigma^2 t^{12}$ . Permaneciendo constantes las demás variables, usted preferiría tener una opción sobre una acción volátil ( alta  $\sigma^2$  ). Para una volatilidad dada, usted preferiría tener una opción con una larga vida por delante (mayor " $t$ " ), Por tanto el valor de una opción aumenta tanto con la variabilidad de la acción como con el período de tiempo hasta su vencimiento.

### El Modelo de Fijación de Precios. La formula de BLACK-SCHOLES

La idea fundamental en el calculo de los precios de cualquier opción es fijar un paquete de inversión y un préstamo que reproducirá exactamente los resultados de la opción. Si se puede poner un precio al capital y al préstamo, también podemos hacerlo con la opción.

Para casos sencillos, y de corto plazo es aplicable el Metodo Binomial. este método comienza reduciendo los posibles cambios del precio de la acción a lo largo del periodo siguiente a dos, un movimiento hacia arriba y un movimiento hacia abajo. Esta simplificación es posible para períodos cortos, pero resulta imposible asumir solo dos posibles precios de la acción a lo largo de periodos mas largos.

Por lo tanto Black y Scholes derivaron una formula que se puede calcular, para periodos largos:

Para calcular el valor de una inversión apalancada Black y Scholes, idearon la formula:

:

Valor de la opción = delta \* Precio de la acción - Préstamo bancario

$$N(d_1) * P - N(d_2) * VA(EX)$$

Podemos observar que el valor de la opción de compra de la formula aumenta con el nivel de precio de la acción (P) y disminuye con el valor actual del precio de ejercicio VA(EX), el cual depende del tipo de interés y el periodo de maduración y la variabilidad de las acciones.

Si bien el modelo de Black Scholes había sido diseñado para valuar opciones europeas protegidas de los dividendos ( las mismas solo pueden ser ejercidas en la fecha de su vencimiento) , con algunos ajustes el modelo puede ser aplicado a las opciones americanas<sup>2</sup> sobre acciones que pagan dividendos. Cuando construyeron su modelo, Black y Scholes utilizaron un portafolio de cobertura - un portafolio compuesto por el activo subyacente y el activo equivalente, libre de riesgo, que tuviese los mismos flujos de fondos de caja que la opción que estaba siendo valuada - para plantear la siguiente fórmula y calcular el valor de una opción de compra:

$$VO = S * e^{-\delta * t} * N(d_1) - X * e^{-r * t} * N(d_2)$$

Donde

- S= valor corriente del activo subyacente
- X= precio de ejercicio de la opción
- e= 2.71828
- t= vida de la opción hasta su fecha de ejercicio
- r= tasa de interés libre de riesgo correspondiente a la vida de la opción
- $\sigma^2$ =varianza en el ( valor) del activo subyacente

La última de las cinco (5) variables, la medida de la varianza, aparece en los términos N(d<sub>1</sub>) y N(d<sub>2</sub>), donde:

<sup>2</sup> Las opciones americanas son aquellas en las que el derecho puede ejercerse en cualquier momento hasta el vencimiento.

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}) \times t}{\sigma \times \sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \times \sqrt{t}$$

$N(d_1)$  y  $N(d_2)$  son funciones de probabilidad de que una variable aleatoria "X" normalmente distribuida sea menor o igual a "d". \* $N(d_1)$  "en la fórmula de Black Scholes, es el delta de la opción..

Por tanto la fórmula nos dice que el valor de una opción de compra es igual a una inversión de  $N(d_1)$  en acciones ordinarias menos pedir prestado  $N(d_2) = VA(EX)$

El proceso de valorar opciones con el modelo de Black-Scholes implica seguir los siguientes pasos:

**Paso 1.** Ingresar los datos de las cinco variables listadas más arriba para estimar  $d_1$  y  $d_2$

**Paso 2.** Usar  $d_1$  y  $d_2$  para estimar las funciones probabilísticas de densidad normal acumulativas  $N(d_1)$  y  $N(d_2)$

**Paso 3:** Estimar el valor presente del precio de ejercicio de la opción;  $VA(EX)$  se calcula descontándolo a un tipo de interés libre de riesgo continuamente compuesto por " $r_f$ "

**Paso 4:** Estimar el valor de la opción de compra, con la fórmula de Black-Scholes

### Aplicaciones de la teoría de valoración de opciones

Luego de haber introducido los conceptos básicos de Opciones, vamos a trabajar con un Caso que nos permita a través de un ejemplo numérico, como valorar las opciones reales en una Cia.

La Empresa ARROBA SA tiene el proyecto de lanzar al mercado un ORDENADOR llamado "LASER I" para aumentar los beneficios de la Cia, en el mercado de los ordenadores personales, el cual está en una etapa de rápido desarrollo. Sin embargo al evaluar el proyecto su rentabilidad no llega a superar la rentabilidad requerida por la Cia. Por lo tanto el VALOR PRESENTE NETO es negativo.

No obstante el comité de Dirección, también está considerando que si no invierten ahora en "LASER I, la competencia va estar firmemente establecida Por lo tanto si se sigue adelante, se tendrá la oportunidad de hacer inversiones que podrían ser rentables.

El proyecto "LASER I" no solo proporciona flujos de caja, sino también una opción de compra para seguir adelante con "LASER II". **Esa opción de compra es la fuente real del valor estratégico.**

Es decir que dicha opción de compra permitirá a la Cia invertir en "LASER II" si merece la pena y abandonarlo en caso contrario,

Ahora, la pregunta que se hace la Dirección, es ¿cual es el valor?

En el **Cuadro I**, podemos observar el VAN negativo del Proyecto "LASER I"

## Cuadro I

## RESUMEN DEL FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO LASER I

ANO	0	1	2	3	4	5
Flujo Caja Operativo despues de Impuesto	-200	134	159	295	185	0
INVERSION DE CAPITAL	250	0	0	0	0	0
VARIACION DEL CAPITAL TRABAJO	0	50	100	100	-125	-125
FLUJO DE CAJA LIBRE	-450	84	59	195	310	125
COSTO DE CAPITAL	20%					
VALOR PRESENTE NETO	\$ -26,45					

En el momento cero (0) el flujo de caja es negativo porque existen gastos de Investigacion y Desarrollo.

Por lo tanto la gerencia decide evaluar la segunda etapa del proyecto como una Opción de Compra con los siguientes supuestos:

- La decisión de invertir, en la segunda etapa se llevará a cabo dentro de tres años
- -La inversión en "LASER II" es de 900 millones y se considera fija
- - Los flujos de caja de "LASER II " tienen un valor presente de \$ 800 millones, en el año de iniciación de la segunda etapa. Hoy, al momento de evaluar el proyecto vale \$ 463 millones  $(800 / 1.20)^3$ .
- -El valor de los flujos futuros de caja es muy difícil de prever y por lo tanto se trabaja con una volatilidad del 35% ( acciones de alta tecnología)

Por lo tanto:

**LA OPORTUNIDAD DE INVERTIR EN "LASER II", ES UNA OPCION DE COMPRA A 3 AÑOS SOBRE UN ACTIVO VALORADO EN \$ 463 MM Y CON UN PRECIO DE EJERCICIO DE \$ 900 MM**

Ahora vamos a valorar dicha opción, utilizando el modelo de Black-Scholes, teniendo en cuenta los siguientes datos:

- $S = \$ 463$  ( el valor presente de los flujos de caja en "LASER II")
- $K = \$ 900$  ( el valor de la inversión en "LASER II")
- $r = 10 \%$  Tasa libre de riesgo
- $T = 3$  años ( porque el Proyecto "LASER II", se inicia al tercer año )
- $\sigma = 35 \%$

$$d_1 = \frac{LN(463/900) + (0.10 + 0.35^2/2) * 3}{0.35 * \sqrt{3}} = -0.2984$$

$$d_2 = d_1 - 0.35 * \sqrt{3} = -0.9046$$

$$N(d_1) = 38.27\%$$

$$N(d_2) = 18.41\%$$

El valor de la opción es:

$$VO = S * N(d_1) - K * e^{-r * T} * N(d_2)$$

$$VO = 463 * 0.3827 - 900 * e^{-0.10 * 3} * 0.1841 = \$54.44$$

**El valor Total del proyecto es:**

<b>VPN BASICO</b>	+	<b>VALOR DE LA OPCION</b>	
<b>(\$ 26.45)</b>	+	<b>\$ 54.44</b>	<b>= \$ 28,00</b>

Por lo tanto, todos estos cálculos, nos sugiere que la opción de invertir en "LASER II", compensa el VAN negativo de \$26 MM del proyecto "LASER I". Si la opción de invertir reporta \$ 54 MM, el valor total de LASER I es su propio VPN (\$26 MM), más los \$ 54 MM de la opción anexa a el, o + \$ 28 MM.

A primera vista, pareciera que el proyecto "LASER II" está sobrevaluado, pero en realidad nos indica que la opción de compra permite captar los mejores resultados, cuando la incertidumbre es alta y el mercado del producto está creciendo rápidamente.

### Clases de opciones Reales

Las Empresas según la etapa que estén pasando, aplican distintos planes de negocios, por lo tanto existen distintas clases de Opciones Reales, que permiten adaptarse para valuar los proyectos de inversión Podemos ver diferentes clases de opciones, según la estrategia de la Empresa, -ya sea, posponer , abandonar, expandirse., etc:

#### **Opción de Demorar:**

Es el caso en el cual se posee una opción de compra sobre un lote de terreno y se dispone de tiempo para dilucidar si, de acuerdo con el comportamiento de los precios, se privilegia la construcción de un edificio destinado a viviendas, o a oficinas o a un centro comercial, o a un hotel o a la construcción de una planta fabril

#### **Opción de Realizar en etapas:**

Las inversiones en etapas son desembolsos en serie que crean la opción de abandonar la empresa si la información nueva no es favorable. Cada etapa puede verse como una opción sobre el valor de las etapas siguientes, que se valúa como una opción compuesta.

Pertenecen a este tipo de opción los sectores que son intensivos en investigación y desarrollo, especialmente farmacéutico, los proyectos de desarrollo de largos períodos intensivos en capital;

#### **Opción de Modificar la escala de operación:**

Ante condiciones favorables de mercado, la empresa puede expandir la escala de producción y /o acelerar la utilización de los recursos disponibles. La alternativa de expandir la escala de producción es equivalente a una opción de compra.-La gerencia, alternativamente puede preferir la construcción de una planta con capacidad en exceso del nivel esperado de demanda y, de esa forma, estar preparada para producir a un mayor ritmo, en el caso que la demanda exceda las expectativas iniciales.

Por el contrario, si las condiciones de mercado resultan menos favorables que lo inicialmente esperado, la empresa puede bajar su nivel de operación.

Esta alternativa es análoga a una opción de venta.

#### **Opción de Abandonar:**

Si las condiciones de mercado se deterioran de modo importante, la dirección puede abandonar las operaciones actuales de modo permanente, y realizar el valor residual del equipo y otros activos en el mercado. Pertenecen a este tipo de opción, los sectores intensivos en capital ( aerolíneas, ferrocarriles); los servicios financieros;

#### **Opciones de Crecimiento:**

Una inversión inicial (por ejemplo, investigación y desarrollo, reservas mineras, una adquisición estratégica, una cadena de información) es un requisito previo o un enlace en una cadena de proyectos interrelacionados, que proporcionan oportunidades futuras de crecimiento (por ej. un nuevo producto o proceso; acceso a nuevos mercados, fortalecimiento de capacidades básicas ). Son similares a opciones compuestas entre proyectos.

#### **Opciones de Cambiar:**

Si los precios relativos o la demanda cambian, la empresa puede adecuar su mezcla de productos finales, la empresa puede utilizar diferentes insumos.

Frente a cambios significativos en los precios relativos de insumos similares, tal el caso de la mano de obra

de similar calificación en diferentes países , puede ser valioso contar con la capacidad de transferir producción de una planta a otra ubicada en otra jurisdicción. Esto implica que el valor de la opción de hacer este tipo de cambio operacional supera el valor diferencial por razones de escala productiva y llega a justificar la decisión de contar con dos plantas de menor tamaño en lugar de una sola de mayor dimensión.

## CAPITULO II

### OPCION DE POSPONER

#### La Opción de Posponer

Como se dijo anteriormente, la limitación mas importante que tiene el Método de Descuento de Flujo de Caja convencional para la presupuestación del capital es que no logra reflejar el valor de las opciones estratégicas que frecuentemente están anexadas a inversiones corporativas reales.

Los proyectos generalmente se analizan sobre la base de flujos de fondos esperados y de las tasas de descuento que prevalecen en el momento que el análisis está siendo realizado.

El VPN computado sobre esa base es , por lo tanto, una medida de valor y de su aceptabilidad en ese preciso momento. Sin embargo los flujos de fondos esperados y las tasas de descuento cambian con el tiempo, y por lo tanto también varían el VPN.

De este modo un proyecto que tiene un VPN negativo ahora, puede llegar a tener un VPN positivo en el futuro.

En un contexto competitivo, donde las empresas individuales no tienen ninguna ventaja en especial sobre sus competidores para llevar a cabo un proyecto, este dato no parecería ser significativo. Pero en un ambiente en donde el proyecto puede ser realizado solamente por una firma ( ya sea por restricciones legales u otras barreras de entrada para los competidores) los cambios en el valor del proyecto a lo largo del tiempo le dan las características de una Opción de compra.

Pensando en abstracto, asuma que un proyecto requiere una inversión inicial de X, y que el valor presente de los flujos de fondos esperados computados en este preciso momento equivale a V.

El valor presente neto de este proyecto es la diferencia entre los dos:

$$VPN = V - X$$

Ahora asuma que la Cia tiene los derechos exclusivos para realizar este proyecto por los próximos "n" años, y que el valor presente del dinero que ingresa puede cambiar con el correr del tiempo , ya sea por cambios en los flujos o en la tasa de descuento.

Por lo tanto, si bien hoy por hoy el proyecto puede tener un VPN negativo, el mismo puede llegar a ser un buen proyecto si la Cia espera.

Volviendo a definir a V como el valor presente de los flujos de fondos , **la regla de decisión de la Cia respecto a este proyecto puede resumirse de la siguiente manera:**

**Si  $V > X$  Realizar el proyecto porque tiene VPN positivo**

**Si  $V < X$  No realizar el proyecto: porque tiene VPN negativo**



presupuestación de capital. Por supuesto, seguramente habrá una buena cantidad de “ruidos” en las estimaciones de los flujos de fondos. Pero más que verlo como un problema, esta incertidumbre debe ser vista como la razón principal por la cual la opción de posponer el proyecto tiene valor. Si los flujos de fondos esperados del proyecto se conocieran con certeza y no se esperase que cambien, entonces no habría necesidad de usar un marco de fijación de precios de opciones, ya que la opción carecería de valor.

**Varianza en el Valor del Activo.** Como fue sugerido, al momento de la inversión inicial es probable que exista una incertidumbre considerable con relación al flujo de fondos previsto y con la medición del valor presente neto del activo, en parte porque el tamaño del mercado potencial del producto puede no ser conocido, y en parte porque los cambios tecnológicos pueden hacer variar las estructuras de costos y de rentabilidad del proyecto. El valor de la opción deriva en gran manera de la varianza de los flujos de fondos - cuanto mayor la varianza, mayor es el valor de la opción de posponer el proyecto- por lo tanto, el valor de una opción de invertir en un proyecto en un negocio estable será menor que el valor de uno en un ambiente donde la tecnología, la competencia y los mercados están en permanente cambio.

La varianza del valor presente de los flujos de fondos de un proyecto puede ser estimada a través de una de estas tres formas.

1- Si en el pasado se llevaron a cabo proyectos similares, la varianza de los flujos de fondos de esos proyectos puede ser utilizada como una estimación.

2 Pueden asignarse probabilidades a varios escenarios de mercados, estimar los flujos de fondos para cada escenario, y la varianza estimada a través de los distintos valores presentes. De manera alternativa, la distribución de probabilidades puede ser estimada para cada uno de los “inputs” del proyecto a analizar (como ser el tamaño del mercado, porcentaje del mercado, y márgenes de ganancia) y luego utilizar simulaciones para estimar la varianza de los valores presentes que se hubiesen obtenido.<sup>3</sup>

3 La varianza del valor de mercado de Cías. que se desempeñan en el mismo negocio pueden ser utilizadas como un estimativo de la varianza. De este modo, la varianza promedio del valor de las Cías relacionadas con el negocio del software puede ser utilizada como la varianza del valor presente de un proyecto de software.<sup>4</sup>

**Ejercer el precio de la Opción.** Una opción de posponer un proyecto es ejercida cuando la Cía dueña de los derechos del proyecto decide invertir en el mismo. El costo de hacer esta inversión es el precio de ejercicio de la opción. El supuesto subyacente es que el costo permanece constante (en el valor presente de los dólares) y que cualquier incertidumbre asociada con el producto se refleja en el valor presente de los flujos de fondos de dicho producto.

**Vencimiento de la Opción y la Tasa libre de Riesgo.** La opción de posponer un proyecto se extingue cuando cesan los derechos sobre el proyecto. Las inversiones que se realicen después de que los derechos sobre el proyecto han caducado, se asume que confieren un VPN de cero dado que la competencia hace bajar los retornos a la tasa requerida. Si bien este dato puede ser estimado fácilmente cuando la Cía tiene un derecho explícito sobre un determinado proyecto (a través de una patente o licencia) se convierte en algo

<sup>3</sup> En términos prácticos, las distribuciones de probabilidades de los “inputs” del tipo tamaño del mercado o porcentaje del mercado pueden obtenerse a través de pruebas de mercados.

<sup>4</sup> Esta podría atenuar la varianza del proyecto dado que las Cías. tienen portafolios de proyectos, y la varianza de este portafolio generalmente tenderá a ser menor que la varianza de un proyecto individual.

mucho mas complicado de determinar cuando la empresa solo posee una ventaja competitiva para realizar el proyecto. Considerando que las ventajas competitivas se desvanecen con el tiempo, la vida de la opción estará representada por la cantidad de años que se espera que la Cía mantenga estas ventajas.

**Costo de Posponer ( Rendimiento de los Dividendos)** Una vez que el valor presente neto se vuelve positivo, aparece un costo de posponer el inicio del proyecto. Dado que los derechos sobre el proyecto expiran después de un determinado tiempo, y el exceso de ganancias ( que son la fuente de valor presente positivo) se asume que desaparecerá después de ese tiempo a la vez que nuevos competidores aparezcan en el tiempo, cada año de retraso se traduce en un año menos en el cual obtener flujos de fondos que creen valor<sup>5</sup>.

Si los flujos de fondos están distribuidos en forma pareja a lo largo del tiempo, y la vida de la patente equivale a "n" años, el costo anual de posponer puede estimarse dividiendo 1 por n. De este modo, si los derechos sobre el proyecto son por 20 años, el costo anual de posponerlo resulta ser de un 5 % anual. Note sin embargo que en este costo de posponer se eleva cada año ( a 1/19 en el año 2, 1/18 en el año 3, y así sucesivamente), haciendo que el costo de posponerlo se expanda con el paso del tiempo.

#### Valuando una Opción de Posponer un Proyecto

Un caso de análisis

Una Cía está interesada en adquirir los derechos exclusivos para comercializar un nuevo producto que facilitará a las personas el acceso a su correo electrónico cuando se encuentra en la ruta .

Si adquiere los derechos, se estima que costará \$ 500 millones de inversión inicial para montar la infraestructura necesaria para brindar el servicio.

Basándose en sus proyecciones actuales, la Cía cree que el servicio va a generar flujos de fondos anuales por \$ 100 millones después de impuestos.

Se espera trabajar sin gran competencia durante los próximos cinco años.

Desde un punto de vista "estático" -es decir asumiendo que el proyecto no tiene opciones reales con valor material- el VPN de este proyecto puede computarse tomando los valores presentes de los flujos de fondos esperados para los próximos cinco años.

Asumiendo una tasa de descuento del 15 % ( basada en el riesgo del proyecto) obtenemos el siguiente valor presente para el proyecto:

**Ver Ilustración 1**

**Por lo tanto el proyecto tiene un VPN (negativo) de -\$ 165 millones.**

La mayor incertidumbre sobre este proyecto es el número de personas que van a interesarse en el producto.

Si bien las actuales pruebas de mercado indican que la Cía va a capturar una cantidad relativamente pequeña de personas como clientes, las pruebas también revelan la posibilidad de que el mercado potencial pueda ser mucho mayor con el tiempo.

Por cierto, una simulación de los flujos de fondos del proyecto da una desviación estándar del 42 % en el valor presente de los flujos de fondos, con un valor esperado de \$ 335 millones

Para valuar los derechos exclusivos de este proyecto, primero vamos a definir los "inputs" del modelo de fijación de precios de opciones:

<sup>5</sup> Un flujo de fondos creador de valor es uno que suma al valor presente neto, dado que representa un exceso de retornos sobre los requeridos en una inversión de riesgo equivalente.

- - **Valor del Activo Subyacente ( S )** = VP de los flujos de fondos del proyecto si se lleva a cabo ahora = \$ 335 millones
- - **Precio de Ejercicio (K)** = inversión inicial necesaria para introducir el producto en el mercado = \$ 500 millones
- - **Varianza del valor del activo subyacente** = 42 %.
- - **Tiempo que resta hasta la Fecha de Ejercicio** = período durante el cual se tienen los derechos exclusivos sobre el producto = 5 años
- - **Rendimiento de los Dividendos** = 1/vida de la patente = 1/5 = 0.20
- - **Tasa libre de riesgo ( 5 años )** = 5 %

Si introducimos estas variables dentro del modelo de Black-Scholes , el valor de la opción puede entonces estimarse de la siguiente manera:

$$d_1 = \frac{\ln(335/500) + (0.05 - 0.20 + \frac{0.42}{2}) \times 5}{.42 \times \sqrt{5}}$$

$$d_1 = -0,7555$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \times \sqrt{5}$$

$$d_2 = -1,6946$$

Ahora para obtener la distribución Nominal Acumulativa, buscamos para los valores  $d_1$  y  $d_2$  , en la Tabla de Estadística 3, y obtenemos los valor  $Nd_1$  y  $Nd_2$ :

$$Nd_1 = 0,2250$$

$$Nd_2 = 0,0451$$

$$VO = 355 \times 2.71828^{-0,20 \times 5} \times 0,2250 - 500 \times 2.71828^{-0,05 \times 5} \times 0,0451$$

$$VO = 27.73 - 17.56$$

$$VO = 10.18 \text{ millones}$$

**Esto sugiere que los derechos de este producto, que tiene un VPN negativo si es introducido ahora en el mercado, tiene de todas formas un valor de \$ 10 millones hoy.**

Pero ante este caso, debemos hacer algunas consideraciones prácticas:

Si bien queda claro que la Opción de Posponer está encerrada en muchos proyectos, existen varios problemas relacionados con el uso del Modelo de Fijación de Precios para Valuar estas Opciones:

**1ro)** el activo subyacente en esta opción - que es el proyecto- no es algo comercializado, lo que dificulta estimar su valor y su varianza.. De todas formas podríamos argumentar que, si bien con error, el valor puede estimarse a partir de los flujos de fondos esperados y la tasa de descuento para el proyecto. Sin embargo la varianza es mas difícil de estimar, dado que estamos intentando hacer una estimación de la varianza del valor del proyecto a lo largo del tiempo.

**2do)** el comportamiento de los precios en el transcurso del tiempo puede no coincidir con la senda continua de precios que asumen muchos de los módulos de fijación de precios de opciones ( incluido el de Black-Scholes). Por ejemplo, un cambio tecnológico repentino podría alterar en forma dramática el valor de un proyecto, sea en forma positiva o negativa.

**3ro)** puede no conocerse con exactitud el período durante el cual la compañía tiene derechos sobre el proyecto. A diferencia del ejemplo citado anteriormente, en donde la firma tenía derechos exclusivos sobre el proyecto por 20 años, los derechos de la Cía pueden no estar claramente definidos. tanto en términos de exclusividad como de tiempo. En nuestra valuación de los derechos sobre el producto asignamos cinco años a la vida de la opción , pero la realidad es que los competidores pueden entrar antes de lo previsto. De manera alternativa, las barreras de entrada pueden resultar ser mas altas que lo esperado y permitir que la Cía obtenga retornos en exceso por un periodo mayor a los cinco años.

#### Implicancias de el derecho de Posponer un Proyecto como una opción.

Hay varias derivaciones interesantes que surgen de analizar la opción de posponer un proyecto como una opción:

**Primero** -un proyecto puede tener un VPN negativo basado en flujos de fondos que actualmente se esperan, pero de todas formas puede ser un proyecto valioso si se consideran las características de las opciones. Por lo tanto, si bien es cierto que un proyecto con un VPN negativo va a estimular a la Cía a rechazarlo, no debe llevar a la conclusión de que los derechos sobre ese proyecto carecen de valor.

**Segundo-** un proyecto puede tener un VPN positivo, pero igual no ser aceptado en ese momento porque la Cía puede ganar si espera y acepta el proyecto en un momento futuro, por las mismas razones que los inversores no siempre ejercen una opción solo porque esté “in the money”<sup>6</sup>. Esto es más factible que suceda si la Cía tiene el derecho sobre el proyecto por un periodo largo, y si la varianza de los ingresos del proyecto es grande.

**Tercero-** los factores que pueden hacer a un proyecto menos atractivo desde un análisis estático, de hecho pueden aumentar el valor de los derechos sobre el mismo, Como ejemplo, considere el efecto de la incertidumbre acerca del tiempo que la Cia tendrá para operar sin competencia y obtener beneficios en exceso. En un análisis estático, aumentar esta incertidumbre hace crecer el riesgo sobre ese proyecto y lo hace menos atractivo. Pero cuando el proyecto es considerado como una opción, un aumento en la incertidumbre puede efectivamente hacer a la opción más valiosa.

---

<sup>6</sup> “In the money”: cuando en una opción de compra, el precio spot o de mercado del activo subyacente es mayor que el precio de ejercicio.

Ilustracion 1\_ Opcion Posponer

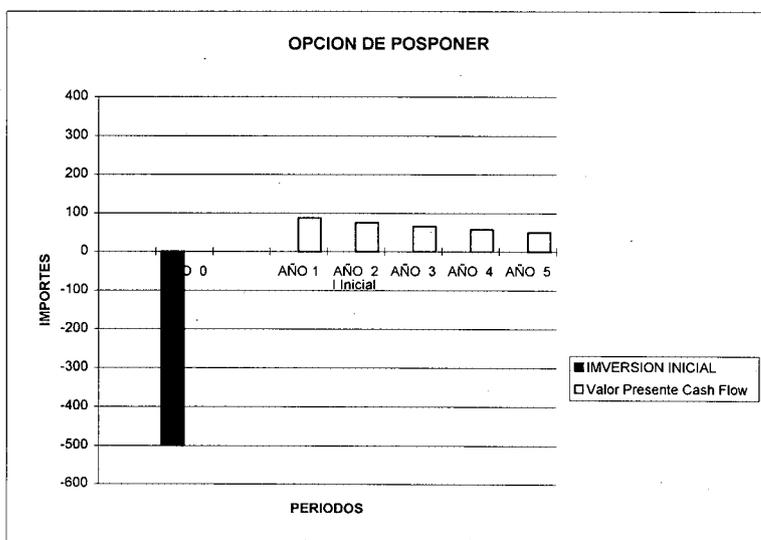
Importes en millones

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS		100	100	100	100	100
IMVERSION INICIAL	-500					
Factor Actualizacion		0,86957	0,75614	0,65752	0,57175	0,49718
Valor Presente Cash Flow		87,0	75,6	65,8	57,2	49,7
Valor Presente Inversion Ini	-500					

Valor Presente del Proyecto: - 165

S	335
X	500
r	5%
t	5
sigma	42%
d <sub>1</sub>	-0,7555
d <sub>2</sub>	-1,695

Valor Opcion	10,18
VPN	-165,00
Valor de Posponer	10,18



## CAPITULO III

### OPCION DE EXPANDIRSE

#### La Opción de Expandirse

Las Cías suelen invertir en algunos proyectos porque al hacerlo les permite llevar adelante otros proyectos, o bien entrar en otros mercados en el futuro. En estos casos, podría argumentarse que los proyectos iniciales son opciones que permiten a la empresa tomar otros proyectos, y por lo tanto la empresa debería estar dispuesta a pagar un precio por esas opciones. Una empresa puede aceptar un VPN negativo en el proyecto inicial porque le abre la posibilidad de acceder a otros proyectos de VPN positivo en el futuro.

Para analizar a esta opción bajo el marco desarrollado anteriormente - Modelo de Valoración de Opciones:- tenemos que asumir:

**V = el valor presente de los flujos de fondos esperados de entrar en el nuevo mercado o de invertir en el nuevo producto**

**X = la inversión total necesaria para entrar en este mercado o aceptar este proyecto**

**Fecha de ejercicio - La Cía. debe tener un horizonte de tiempo fijo , al final del cual tiene que tomar una decisión final sobre si va a sacar o no ventaja de esta oportunidad.**

**Proyecto Inicial- La Cía. , para seguir avanzando , debe tomar el proyecto inicial.**

**Al vencimiento de este horizonte fijo de tiempo, la Cía. entrará al nuevo mercado o invertirá en el nuevo producto , si el valor presente de los flujos de fondos esperados en ese momento es mayor que los costos de haber entrado en el mercado.**

#### Valuando una Opción de Expandirse

##### Un Caso de análisis

Una Cia. Líder en el mercado de Teléfonos celulares., está evaluando la posibilidad de introducirse en el mercado de nuevos teléfonos ( Web-Telephone) , para dar un golpe final a la competencia.

Por lo tanto, los Gerentes evalúan que la Inversión Inicial será de \$ 100 millones. Al final del 1er año, la expectativa de Ingresos es de \$ 50 millones. Pero para asegurarse el mercado, se necesita una inversión adicional de \$ 800 millones, para generar ingresos en los próximos dos años \$ 500 millones, en cada año. Suponiendo que la Tasa Libre de Riesgo es del 5 %, el Cash Flow Descontado será negativo en \$ 61 millones.

En este caso, La Gerencia descartará el Proyecto inmediatamente- aplicando el método tradicional de Flujos de Fondos Descontados. **Ver Ilustración 1**

Sin embargo, en La Gerencia ( quienes efectuaron la propuesta), tienen la intuición de que el proyecto es sustentable.

Dicha intuición, está apoyada en la incertidumbre de los Ingresos del proyecto.

Estos Ingresos, reflejados en la **Ilustración 3**, pueden cambiar drásticamente, si reconocemos en dicho proyecto el valor asimétrico que tiene la volatilidad del mismo.

Es decir, con el método de MVO<sup>7</sup>, tenemos que incluir el factor de incertidumbre así podremos reconocer las bondades del proyecto.

Por lo tanto, para analizarlo, vamos a dividir el mismo en dos (2) Fases.

La Fase 1 considera la compra de la opción de los Web-Telephone y en la Fase 2 vamos a considerar el Ejercicio de la Opción Real de la Web-Phone.

Vamos a computar Valor Presente de cada Fase ,separadamente.

En la **Fase 1**, la Inversión de \$ 100 millones, es efectuada ahora, por lo tanto, no hay incertidumbre. El Valor Presente es el Tradicional VPN<sup>8</sup> de -\$ 8.4 millones ( negativo). **Ver Ilustración 2**

En la **Fase 2**, por el método tradicional el VPN sería también negativo en -\$52.6 millones **Ver Ilustración 3**

Pero, si la **Fase 2** la evaluamos con el MVO el resultado va a ser totalmente distinto, de acuerdo a los siguientes datos:

**S= \$ 708.8 millones**

**X= \$ 800.0 millones**

**i= 5 %**

**Dispersión= 40 %**

**Tiempo= 1 año**

Primero calculamos  $d_1$ :

$$d_1 = \frac{\ln(708,8/800) + (0,05 + \frac{0,40^2}{2}) \times 1}{0,40 \times \sqrt{1}}$$

**$d_1 = 0,02240$**

Luego pasamos a calcular  $d_2$ :

$$d_2 = 0,02240 - 0,40 \times \sqrt{1}$$

<sup>7</sup> MVO: Modelo de Valuación de Opciones

<sup>8</sup> NPV: Valor Presente Neto

$$d_2 = -0,37760$$

Ahora para la distribución Nominal Acumulativa, buscamos para los niveles  $d_1$  y  $d_2$ , en la Tabla 3 de ESTADÍSTICAS y obtenemos aproximadamente los valores  $Nd_1$  y  $Nd_2$ :

$$Nd_1 = 0,50$$

$$Nd_2 = 0,3446$$

Por lo tanto, calculamos el valor de la opción:

$$VO = 708,8 \times 0,50 - 800 \times \frac{1}{2,71828^{0,05}} \times 0,3446$$

$$VO = 354,40 - 262,23$$

$$VO = 92,17 \text{ millones.}$$

Por lo tanto el VPN en esta Fase es de \$ 92.17 millones.

Si consideramos el VPN de las dos Fases, en este proyecto de expansión, el valor sería:

$$VPN \text{ TOTAL} = - \$ 8.4 + \$ 92.17 = \$ 83.77 \text{ millones}$$

### Implicancias

La Opción de Expandir es implícitamente utilizada por muchas Cias. como forma de justificar en forma racional la aceptación de proyectos que tengan VPN negativo, pero que a su vez puedan brindar oportunidades significativas de alcanzar nuevos mercados o vender nuevos productos.

Al tiempo que el procedimiento de Fijación de Precios de Opciones le suma rigor a este argumento (al estimar el valor de esta opción), también ayuda a discernir, en que casos la opción puede resultar valiosa.

En general, la Opción de Expandir claramente es más valiosa para negocios volátiles con retornos mas altos sobre los proyectos - como biotecnología y software de computación- que en otros negocios más estables con retornos menores.-cómo la producción de automóviles, viviendas, y empresas prestadoras de servicios públicos-.

### Consideraciones Estratégicas /Opciones.

En muchas Adquisiciones o Inversiones, la empresa adquiriente cree que la transacción le dará ventajas competitivas en el futuro. Entre esas ventajas se encuentran:

### Acceso a un mercado grande o en crecimiento:

Una inversión o adquisición puede permitirle a una Cia ingresar a un gran mercado o en uno con gran potencial de crecimiento mucho más rápido que si lo hubiese intentado de hacer de otra manera.

En algunos casos, la adquisición está motivada por el deseo de adquirir la propiedad de alguna tecnología que le permitirá a la Cia expandir su mercado actual o bien alcanzar un nuevo mercado. Por ejemplo, algunas Cias. a veces pagan grandes sumas de dinero por encima del valor de mercado para adquirir firmas que tienen marcas de renombre, porque creen que estas marcas pueden ser utilizadas en el futuro para expandirse dentro de nuevos mercados

### Investigación, Desarrollo y Gastos de Investigación de Mercado

Las Cias. que gastan considerablemente sumas de dinero en Investigación y Desarrollo y en pruebas de marketing, frecuentemente se encuentran a si mismas en un callejón sin salida, cuando tratan de evaluar estos gastos, dado que sus rendimientos están supeditados a proyectos futuros. A su vez, existe una posibilidad de que una vez que el dinero ya fue gastado, los productos o proyectos puedan no ser viables, consecuentemente, el gasto es tratado como un costo hundido. Es decir I & D<sup>9</sup> tiene las características de una opción de compra-la cifra invertida en I & D es el costo de la opción de compra y el proyecto o los productos que puedan surgir de esa investigación son el rendimiento de esa opción. Si los productos son viables, el rendimiento será la diferencia entre ambos, si no, el proyecto no será aceptado, y el rendimiento será cero.

### Inversiones en Varias Etapas

Las Cias, a veces, tienen la opción de entrar en el negocio en forma gradual. Si bien el hacerlo así puede reducir el potencial de suba, se está protegiendo a la firma de otros riesgos de caída, al permitir medir la demanda en cada etapa y decidir ahí continuar a la etapa siguiente. Es decir, un proyecto standar puede ser construido como una serie de opciones de expandir, con cada opción dependiendo de la anterior,

El incremento en el valor de las opciones que se crean a partir de inversiones en varias etapas tiene que ser comparadas contra el costo. Puede a su vez llevar a costos mas altos en cada etapa, dado que la empresa no está aprovechando las economías de escala en su totalidad

Si bien todas estas ventajas potenciales pueden utilizarse para justificar una inversión inicial, no todas son realmente opciones valiosas.

Por lo tanto, el valor de las opciones deriva del grado en que estas ventajas competitivas (asumiendo que verdaderamente existen), **se traducen en excesos de retornos sostenidos.**

Analizándolo dentro del marco de las opciones, **existen varias implicaciones que surgen de ver esta elección entre invertir todo de una vez o en varias etapas.** Los proyectos que van a tener mayores ganancias si la inversión se hace en múltiples etapas son:

### Proyectos con barreras de entradas

Estos proyectos, permiten frenar a los competidores de entrar al mercado y sacar ventajas de los retrasos que se producen por no invertir en escala completa. Por ejemplo una Cía. con una patente sobre un producto u otra protección legal contra la competencia, paga un precio mucho menor por empezar con una inversión pequeña y luego decide expandirse a medida que tiene mas conocimiento del producto

<sup>9</sup>I & D :Investigación y Desarrollo.

**Proyectos con incertidumbre en el tamaño del mercado**

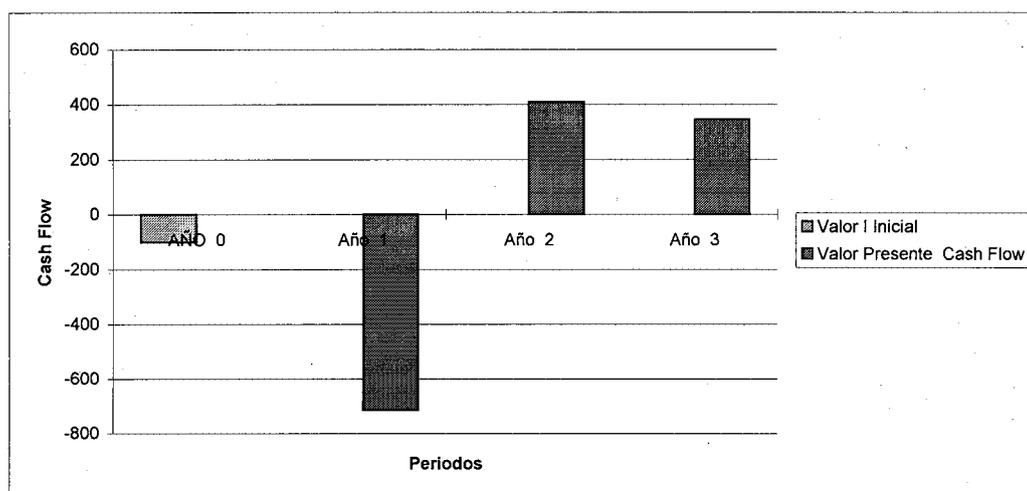
Hay proyectos con una gran incertidumbre acerca del tamaño del mercado y del eventual éxito que pueda tener el proyecto. Por lo tanto, resulta conveniente, comenzar con pocas inversiones y expandirse mas adelante permitiendo a la Cía. reducir sus pérdidas cuando las ventas no sean como se esperaba, así como también aprender más sobre el producto en cada etapa.

## Ilustracion\_1 Opcion de Expandirse

Cifras en millones

	AÑO 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos		50	500	500
Egresos	100	800	50	100
Cash Flow	-100	-750	450	400
Factor Actualizacion	1,000	0,952	0,907	0,863
Valor Presente Cash Flow		-714	408,15	345,2
Valor I Inicial	-100			

Valor Presente Neto - \$ 61.0 millones



**Ilustracion\_2 Opcion de Expandirse**

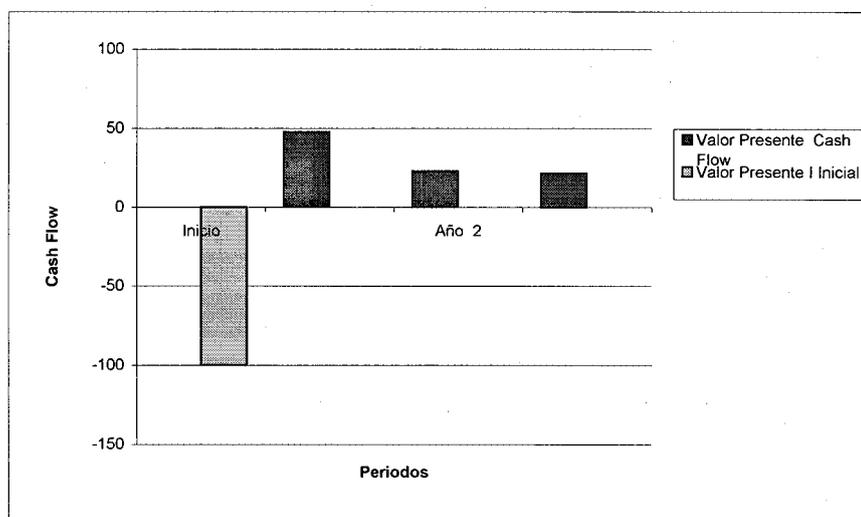
Cifras en millones

Fase 1

	Inicio	Año 1	Año 2	Año 3
Cash Flow		50	25	25
Inversion Inicial	-100			
Factor Actualizacion		0,952	0,907	0,863
Valor Presente Cash Flow		47,6	22,7	21,6
Valor Presente I Inicial	-100			

Valor presente neto - \$ 8,15 millones

VP del CF	91,85
VP de la I I	-100,00
VP Proy	-8,15



### Ilustracion 3\_ Opcion de Expandirse

Cifras en millones

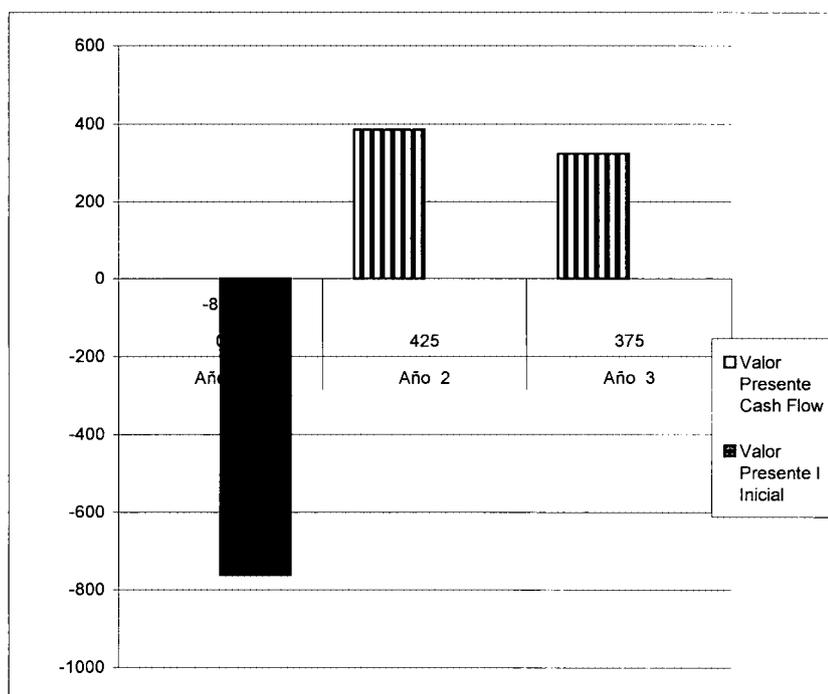
Fase 2

	Año 1	Año 2	Año 3
Cash Flow	0	425	375
Inversion Inicial	-800		
Factor Actualizacion	1,000	0,952	0,907
Valor Presente Cash Flow	0	385,5	323,6
Valor Presente I Inicial	-761,6		

VP del CF	709,1
VP de la I In	-761,6
VP Proy	-52,5

S	708,8
X	800
r	5%
t	1
sigma	40%
d <sub>1</sub>	0,0224
d <sub>2</sub>	-0,3776

Valor Opcio	92,14
VPN	-8,40
Valor Expar	83,74



## CAPITULO IV

## OPCION DE ABANDONAR

La Opción de Abandonar

Se produce cuando sus flujos de fondos no alcanzan las expectativas. Una forma de reflejar este valor es a través de árboles de decisión. Este método tiene una aplicabilidad limitada para la mayoría de los análisis de inversión en el mundo real, típicamente funciona sólo para los casos de proyectos de varias etapas , y, requiere datos de probabilidades en cada etapa del proyecto.

El Modelo de Fijación de Precios de Opciones provee una manera más general de estimar y construir el valor de la opción a partir del valor del abandono.

Por ejemplo:

**V = es valor remanente de un proyecto si se continúa el mismo hasta el final de su vida.**  
**y**  
**L = es el valor de liquidación o de abandono para el mismo proyecto en ese preciso momento**

Si el proyecto tiene una vida de  $n$  años, el valor de continuar el proyecto puede ser comparado con el valor de liquidación (abandono).

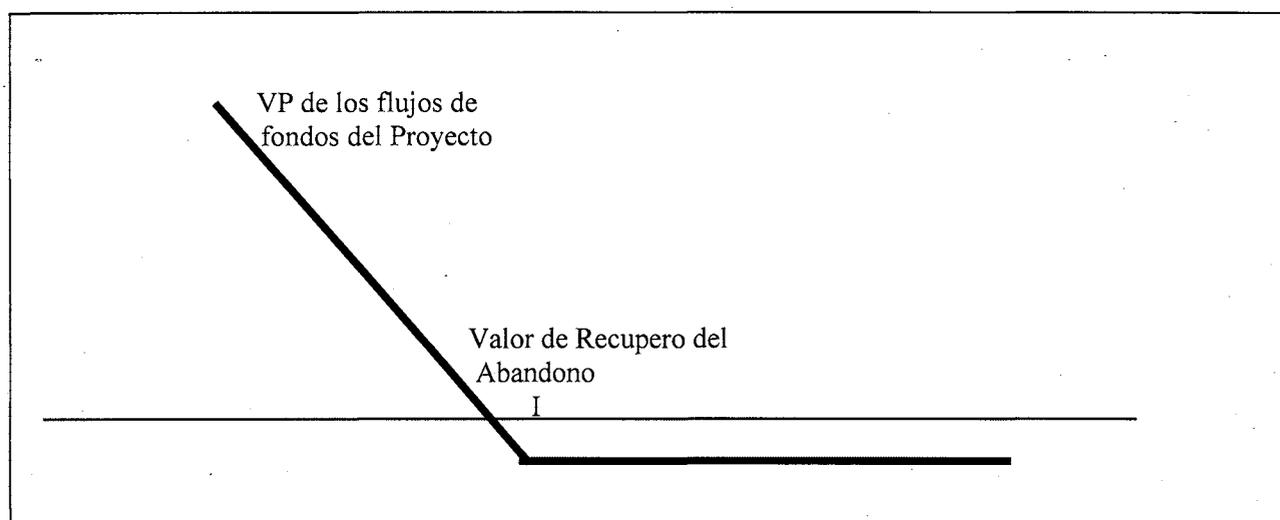
Si el valor de continuar (  $V$  ) es mayor, el proyecto debe continuarse.

Si el valor de abandonar (  $L$  ) es mayor, el tenedor de la opción de abandonar puede considerar retirarse del proyecto.

Estos rendimientos están graficados en la **Figura 1**, en función del precio esperado de la acción.

A diferencia de los casos anteriores, la opción de abandonar toma la característica de una opción de venta

**Figura 1.** La Opción de Abandonar un Proyecto



Valuando una Opción de Abandonar

Un Caso de análisis

Una Cía. está evaluando el siguiente proyecto:

- Tomar un proyecto a 10 años
- Inversión Inicial: \$ 100 millones en una Sociedad de Bienes Raíces
- El Valor Presente de los fondos esperados es de \$ 110 millones

Por lo tanto, como el Valor Presente Neto es pequeño, la Cia tiene la opción de abandonar el proyecto en cualquier momento dentro de los próximos 10 años, vendiéndole su parte a los otros Socios en \$ 50 millones.

La desviación estándar del valor presente de los flujos de fondos de la sociedad es de 24.5 %.

El valor de la Opción de Abandonar puede ser estimado determinando las características de una Opción de Venta:

- -  $S$  = Valor presente de los flujos de fondos de la Cia. = \$ 110 millones
- -  $(K)$  = Precio de Ejercicio- Valor de recupero del abandono = \$ 50 millones
- Varianza del Valor del Activo Subyacente = 24.5 %
- - Tiempo hasta el Vencimiento = Período para el cual aplica la opción de abandonar = 10 años
- - Tasa libre de riesgo ( 10 años hasta el vto.) = 6%

Si además asumimos que no se espera que la propiedad pierda valor en los próximos 10 años, el valor de la opción de venta puede ser estimado de la siguiente manera:

Para calcular el valor de una Opción de Venta, debemos aplicar la fórmula de paridad de Opción de compra -Opción de venta:

$$\text{Valor opción de compra} - \text{Valor opción de venta} = \text{Pcio del activo objeto de la opción} - \text{Valor presente del precio de ejercicio}$$

Por lo tanto Iro pasaremos a calcular el valor de la opción de compra de este proyecto, de acuerdo a los siguientes valores

- $S = \$ 110$  ( el valor presente de los flujos de caja )
- $K = \$ 100$  ( el valor de la inversión en en el proyecto)
- $r = 10 \%$  Tasa libre de riesgo
- $T = 10$  años ( tiempo de duración del proyecto )
- $\sigma = 35 \%$

$$d_1 = \frac{\ln(110/100) + (0,06 - 0,04 + \frac{0,245^2}{2}) \times 10}{0,245 \times \sqrt{10}}$$

$$d_1 = 0.7685$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{10}$$

$$d_2 = -0.0063$$

$$Nd_1 = 0.78$$

$$Nd_2 = 0.48$$

$$RO = 110 \times \frac{1}{2.71828^{0,04 \times 10}} \times 0.78 - 100 \frac{1}{2.71828^{0,06 \times 10}} \times 0.48$$

$$RO = 57.51 - 26.34$$

$$RO = \$ 31.17 \text{ (valor de la opción de compra)}$$

Luego de haber calculado el valor de la opción de compra del proyecto, volvemos a la formula de paridad indicada más arriba, para calcular el valor de la opción de venta

Es decir, el valor de venta es igual al valor actual de los flujos de caja del proyecto, menos el valor actual del precio de ejercicio - aquí es el valor de abandono \$ 50 MM que pagarían los otros socios descontado a la tasa libre de riesgo, menos el valor de la opción de compra.

Por lo tanto:

<b>Valor opción de compra</b>	-	<b>Valor opción de venta</b>	=	<b>Pcio del activo objeto de la opción</b>	-	<b>Valor presente del precio de ejercicio</b>
\$ 31.17	-	\$ 1.58	=	\$ 57.51	-	\$ 27.52 <sup>10</sup> .

el valor de la opción de venta ( abandono del proyecto) es de \$ 1.58 millones

El valor de esta opción de abandono tiene que ser sumada a los \$ 10 millones que representan el VPN estático del proyecto el cual rinde, junto con la opción de abandonar, un VPN de \$ 11.58 millones.

### Ver Ilustración I

Debemos observar que la Opción de Abandono se convierte en una opción mas y más valiosa en la medida que disminuye la vida que le resta al proyecto, dado que el valor presente de los flujos de fondos remanentes va a decrecer.

<sup>10</sup> El valor presente del pcio. de ejercicio, es al valor de recupero del abandono \$ 50 MM descontado a la tasa libre de riesgo -aquí 6 %- por 10 años.

En la realidad, lo más común para las Cías. que tienen una opción de abandonar, es que al principio el valor de recupero solo pueda ser estimado con “ruidos”.

Mas aun, el valor de abandono puede variar a lo largo de la vida del proyecto, haciendo difícil poder aplicar las técnicas tradicionales de fijación de precios de opciones.

Finalmente, es absolutamente posible que el abandonar un proyecto no genere ningún valor de liquidación, y en cambio puede generar costos.

Por ejemplo, una Cía. manufacturera puede tener que pagar indemnizaciones a sus empleados por el cese de empleo. En estos casos, no tendría sentido abandonar salvo que los flujos de fondos del proyecto sean aun más negativos.

En un proyecto real, puede haber una pérdida de valor a medida que el proyecto envejece, esta disminución esperada en el valor, considerada en una base anual, puede ser incorporada como si fuese el rendimiento de un dividendo y utilizada para valorar la opción de abandono.

Esto tiene el efecto de hacer a la opción más valiosa.

### Implicaciones Estratégicas

El hecho de que la Opción de Abandonar tenga valor, proporciona un criterio racional para que las Cías incorporen esta flexibilidad operativa y puedan disminuir la escala o finalizar proyectos si los mismos no cubren las expectativas.

La primera - y más directa- forma de crear flexibilidad operativa es fijarlo contractualmente con las partes implicadas en el proyecto

Por ejemplo, los contratos con los proveedores pueden hacerse anualmente en vez de largo plazo, y los empleados pueden ser contratados en base temporaria en vez de serlo por tiempo indefinido.

A su vez, la planta física utilizada para el proyecto puede ser alquilada por un corto plazo en lugar de ser comprada, y las inversiones financieras pueden ser hechas en etapas en lugar de todas juntas al inicio.

Si bien incorporar esta flexibilidad implica un costo, las ganancias pueden ser mucho mayores, especialmente en negocios volátiles.

Del otro lado de la transacción, ofrecer opciones de abandono a los clientes y socios en “joint ventures” puede tener un impacto negativo en el valor

Como ejemplo, asuma que una empresa que vende sus productos a través de contratos por varios años, ofrece a sus clientes la opción de cancelar el contrato en cualquier momento.

Si bien esto puede endulzar el trato y aumentar las ventas, es muy probable que genere un costo substancial.

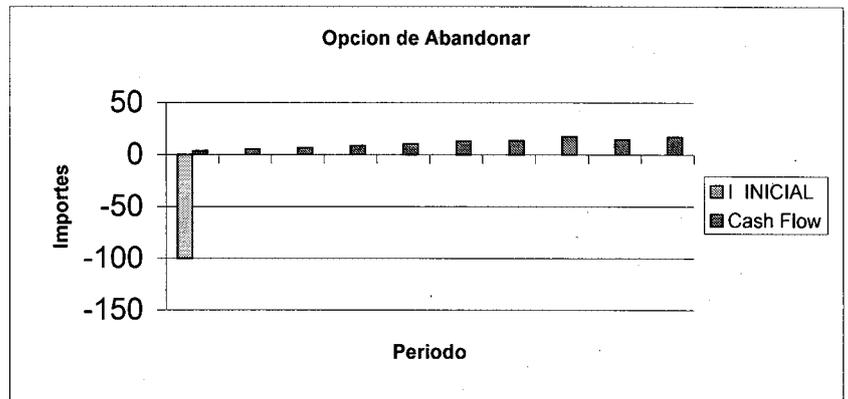
En el caso de una recesión, las empresas que se vean imposibilitadas de cumplir con sus obligaciones probablemente cancelen sus contratos.

Ilustración \_1 Opción de Abandonar

	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	
Ingresos	4	6	8	11	14	18	20	28	25	30	
Factor actualizacion	0,943	0,89	0,8396	0,7921	0,7473	0,705	0,6651	0,6274	0,5919	0,5584	
Cash Flov	110,11	3,77	5,34	6,72	8,71	10,46	12,69	13,30	17,57	14,80	16,75
I INICIAL	-100										

S	110
X	50
R	6%
T	10

Valor Opcion	1,58
VPN	10,00
Valor Abandono	11,58



## CONCLUSIONES

- Permite jerarquizar la actividad del ejecutivo de finanzas, logrando integrar la función operativa con la estrategia , al concentrarse en un único objetivo, maximizar el valor de la Empresa.
- El VAN ( valor actual neto) estático tradicional puede infravalorar determinados proyectos, al suprimir el valor de las opciones presentes en el proyecto.
- Se pueden aceptar proyectos con VAN negativos, si el valor de la opción asociada con la flexibilidad futura de la dirección supera el VAN negativo de los flujos de caja esperados del proyecto.
- La mayor incertidumbre, los altos tipos de interés y los horizontes de inversión más lejanos (cuando se puede aplazar una parte de la inversión) reducen el VAN estático de un proyecto, pero también pueden provocar un aumento del valor de las opciones del proyecto
- La valuación de proyectos a través de las Opciones Reales introduce una “asimetría” en la distribución del valor del proyecto, porque las decisiones futuras de la Dirección pueden aprovechar el potencial de mejora, limitando simultáneamente las pérdidas.

## REFERENCIAS

- FERNANDEZ, P** Aplicaciones de la teoria de opciones para el análisis de proyectos de inversion\_ IESE\_ Universidad de Navarra
- LUEHRMAN T.** Opcion Excercises\_ Harvard College
- NOUSSAN G** Nota tecnica de la Division de Investigacion del IAE
- BREALEY R. MYERS S.** Fundamentos de financiacion empresarial\_ 5ta edicion
- TRIGEORGIS L. MASON S.** Valoracion de la flexibilidad futura en las decisiones de inversion- Publicacion del 9/1987 en Rvta Midland Journal of CorporateFinance.
- FORNERO, Ricardo** Opciones Reales y Financieras en el Marco Integral de la Valuacion de Empresas.-Rvta Ejecutivos de Finanzas Abril 2001
- DAMODARAN, Aswath** La promesa de las Opciones Reales\_ Parte I-Rvta. Ejecutivos de Finanzas Abril 2001.
- DAMODARAN, Aswath** La promesa de las Opciones reales\_ Parte II Rvta. Ejecutivo de Finanzas Junio 2001
- DEEPAK. Jindal; HONG , Ling** Decision Modeling in Software Engineering Projects-Course Project Report: CS838-4
- DESMET,Driek;HU, Alice; RIEDEL,George** Como valuar a las Punto Com\_ Rvta GESTION \_Vol 5/mayo-junio 2000.
- MAUBOUSSIN, Michael** GET REAL- Using Real Options in Security Analysis- CREDIT SUISSE FIRST BOSTON- june 1999
- COPELAND, Tom;KOLLER, Tim; MURRIN;Jack.** Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies, NY -1995
- MASCAREÑAS, Juan** Las decisiones de Inversion como Opciones Reales: Un enfoque conceptual-Bibliote de la Universidad Complutense-Svcios de Internet