

ANALISIS DOCUMENTAL DEL LIBRO
OPCIONES REALES Y VALORACIÓN DE ACTIVOS

JESUS ARMANDO BELLO

RODRIGO CASTAÑEDA

SONIA GARCIA

JAIME MALDONADO

UNIVERSIDAD DE LA SABANA
INSTITUTO DE POSGRADOS – FORUM
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA COMERCIAL ENFASIS EN VENTAS
BOGOTA D.C.

2010

ANALISIS DOCUMENTAL DEL LIBRO
OPCIONES REALES Y VALORACIÓN DE ACTIVOS

JESUS ARMANDO BELLO

RODRIGO CASTAÑEDA

SONIA GARCIA

JAIME MALDONADO

PROYECTO INSTITUCIONAL OPCIONES REALES

ASESOR DEL TRABAJO

PEDRO ÁNGEL DÍAZ

CONTADOR PÚBLICO. ESPECIALISTA EN ALTOS ESTUDIOS EN FINANZAS.
MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

UNIVERSIDAD DE LA SABANA

INSTITUTO DE POSGRADOS – FORUM

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA COMERCIAL ENFASIS EN VENTAS

BOGOTA D.C.

2010

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C.1 de Diciembre de 2010

CONTENIDO

INTRODUCCION	3
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2 PLANTEAMIENTO Y/O FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	5
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GENERAL.	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3. MARCO TEORICO	7
3.1 OPCIÓN FINANCIERA TRADICIONAL	7
3.2 LIMITANTES DE LA VAN	8
3.2.1 INCONVENIENTES	10
3.3 COMO SURGEN LAS OPCIONES REALES A PARTIR DE LAS LIMITANTES	10
3.4 ORIGEN Y DESARROLLO DE TEORÍA DE LAS OPCIONES REALES	12
3.4.1 MODELOS DE CÁLCULO DE LA VOLATILIDAD	15
3.4.2 MODELO DE ESTIMACIÓN HISTÓRICA	15
3.4.3 MÉTODO DE PROMEDIOS MÓVILES	16
3.4.4 MODELO GARCH	16
3.4.5 MODELO DE PROMEDIOS MÓVILES PONDERADOS EXPONENCIALMENTE	17
3.4.6 MODELO DE CAMINATA ALEATORIA	17
3.4.7 MODELO DE VOLATILIDAD ESTOCÁSTICA	17
3.5 CUANDO EJERCER UNA OPCIÓN.	18

3.5.1 OPCIÓN CALL	18
3.5.1.1 COMPRA DE UNA OPCIÓN CALL	18
3.5.1.2 VENTA DE UNA OPCIÓN CALL	19
3.5.2 OPCIÓN PUT	20
3.5.2.1 VENTA DE UNA OPCIÓN PUT	21
3.6 CALCULO ESTOCÁSTICO	21
3.6.1 PROCESO ESTOCÁSTICO	22
3.6.2 VARIABLE ESTOCÁSTICA	22
3.7 VARIABLE ALEATORIA	22
3.8 PROBABILIDADES Y PROCESOS ESTOCÁSTICOS	22
3.8.1 CONCEPTOS BÁSICOS DEL CÁLCULO DE PROBABILIDADES	22
3.9 MOVIMIENTO BROWNIANO	24
3.9.1 ORÍGENES DEL MODELO	24
3.9.2 HIPÓTESIS DE ALBERT EINSTEIN	22
3.9.3 MOVIMIENTO BROWNIANO GEOMÉTRICO	26
3.9.3.1 PROCESO WEINER GENERALIZADO	26
3.10 MODELOS DE VALORACIÓN UTILIZADOS	26
3.10.1 EL MODELO BLACK-SCHOLES	27
3.10.1.1 DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL - ¿QUÉ TAN REALISTA?	28
3.10.1.2 VOLATILIDAD ¿IMPLÍCITA O HISTÓRICA?	28
3.10.1.3 VENTAJAS Y LIMITACIONES	30
3.10.1.3.1 VENTAJAS	30
3.10.1.3.2 LIMITACIONES	30
3.10.2 EL MODELO BINOMIAL	30

3.10.2.1 VENTAJAS Y LIMITACIONES	32
3.10.2.1.1 VENTAJAS	32
3.10.2.1.2 LIMITACIONES	32
3.10.3 RELACIÓN CON EL MODELO BLACK-SCHOLES	33
4. METODOLOGÍA	33
5. PRESENTACION DE RESULTADOS – RESUMEN DEL TEXTO	34
CAPITULO 1	34
LAS OPCIONES DEFINICION Y TIPOS	35
1.1. OPCIONES FINANCIERAS Y OPCIONES REALES	35
1.2. LOS PROYECTOS DE INVERSION COMO OPCIONES REALES	36
1.3. OPCIONES EXCLUSIVAS VERSUS OPCIONES COMPARTIDAS	38
1.4. OPCIONES EXCLUSIVAS VERSUS OPCIONES COMPARTIDAS	39
1.5 LAS OPCIONES REALES COMO UNA FILOSOFIA	40
CAPITULO 2	40
2.1. LA VALORACION DE LAS OPCIONES REALES	40
2.2. UNA PRIMERA APROXIMACION AL VALOR TEORICO DE UNA OPCION	40
2.3. UN METODO SIMPLE: EL MODELO BINOMIAL	41
2.3.1 APLICACIÓN PARA OPCIONES DE COMPRA EUROPEAS.	41
2.3.2. EXTENSIÓN A N PERIODOS	41
2.4. EL MODELO DE BLACK –SCHOLES	41
2.4.1. DERIVACIÓN DEL MODELO A PARTIR DEL MODELO BINOMIAL	41
2.4.2 LAS HIPÓTESIS DEL MODELO BLACK-SCHOLES	42
2.5. LOS MODELOS DE VALORACION EN LA PRÁCTICA. COMPARACIÓN ENTRE LOS DOS ENFOQUES DE LA	

VALORACION.	43
2.6. MODELO DE SIMULACION MONTECARLO	43
2.7. VALORACION DE LAS OPCIONES REALES	44
CAPITULO 3	44
3.1. OPCIONES REALES: TIPOS	44
3.2. LA OPCIÓN DE DIFERIR UN PROYECTO.	45
3.3. LA OPCIÓN DE APRENDIZAJE	48
3.4. OPCION DE CRECIMIENTO O DE AMPLIAR UN PROYECTO	49
3.4.1. ADVERTENCIA SOBRE LAS OPCIONES DE CRECIMIENTO	50
3.5. LA OPCION PARA REDUCIR UN PROYECTO	51
3.6. OPCIÓN DE ABANDONO	51
4. CAPITULO	
LA DETERMINACION DE LA VOLATILIDAD EN LAS OPCIONES REALES	52
4.1. INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE VOLATILIDAD	52
4.2. LA ESTIMACIÓN DE LA VOLATILIDAD	53
4.2.1 LA VOLATILIDAD HISTÓRICA.	53
4.2.2 LA VOLATILIDAD IMPLÍCITA	55
4.2.3 LA VOLATILIDAD FUTURA	54
4.3. LA VOLATILIDAD EN EL CASO DE LAS OPCIONES REALES	54
4.3.1 EJEMPLO.	54
4.4. LA INFORMACIÓN OBTENIDA A PARTIR DE LA OPINION DE EXPERTOS	56
4.4.1 EJEMPLO	56
CAPITULO 5	57
VALORACION DE EMPRESAS: LAS ACCIONES Y LAS OPCIONES DE CRECIMIENTO	57

5.1. LAS ACCIONES ORDINARIAS COMO OPCIONES	57
5.2. LA UTILIDAD DEL MODELO BLACK AND SCHOLES EN LA PRACTICA	59
5.3 APALANCAMIENTO FINANCIERO, RIESGO Y CALIFICACIÓN	59
5.4 EL VALOR DEL CRECIMIENTO ESPERADO	60
5.5. EL USO DE LAS OPCIONES REALES PARA COMPROBAR EL REALISMO DEL PRECIO DEL MERCADO DE LA EMPRESA	63
CAPITULO 6	64
6.1 LIMITACIONES DE LA VALORACIÓN DE ACTIVOS A TRAVÉS DE OPCIONES REALES	66
CAPITULO 7	67
7.1 INTRODUCCION	67
7.2. EL USO DE LA TEORIA DE OPCIONES PARA VALORAR FUENTES DE FINANCIACION	67
7.3 LAS OPCIONES SOBRE OPCIONES (COMPOUND OPTIONS)	68
CAPITULO 8	
VALORACIÓN DE LAS ACCIONES TECNOLÓGICAS	68
8.1. INTRODUCCIÓN	68
8.2. SOLUCIONES DE VALORACIÓN	69
8.3. OPCIONES REALES Y VALORACIÓN DE OPCIONES DE CRECIMIENTO	69
8.4. MODELO SCHWARTZ Y MOON	70
CAPITULO 9	
LAS OPCIONES REALES EN EL SECTOR INMOBILIARIO	71
9.1. INTRODUCCIÓN	71
9.2 INMUEBLES Y OPCIONES REALES	71
9.2.1. EL VALOR DEL SUELO COMO OPCIÓN	72

9.2.3. CONDICIONES CONTRACTUALES ANALIZADAS COMO OPCIONES	74
9.3 FINANCIACIÓN INMOBILIARIA Y OPCIONES	75
9.4 OPCIÓN DE CIERRE TEMPORAL	75
CAPITULO 10	
10.1 LA GESTION DE LAS OPCIONES REALES	76
10.2. LA UTILIZACION DE LAS OPCIONES REALES	80
10.2.1. LA SIMPLIFICACIÓN DE PROYECTOS COMPLEJOS	78
10.2.2 COMPROBAR LOS MODELOS Y LAS DISTRIBUCIONES	78
10.2.3 LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	79
10.2.4 CUANDO LA UTILIZACIÓN DEL ROA NO ES ADECUADO	79
10.2.5 LA INTRODUCCIÓN DE LAS VARIABLES EQUIVOCADAS EN EL MODELO ADECUADO	79
10.3 PORBLEMAS AL APLICAR EL ANALISIS DE OPCIONES REALES	80
10.3.1 LAS POSIBILIDADES DE ARBITRAJE CUANDO EL ACTIVO SUBYACENTE NO SE NEGOCIA ACTIVAMENTE	80
10.3.2 LA VARIANZA NO ES CONOCIDA SI LO ES VARIA CON EL TIEMPO	80
10.3.4 EL EJERCICIO NO ES INSTANTÁNEO	81
6. CONCLUSIONES	82
7. BIBLIOGRAFIA	88

INTRODUCCION

La flexibilidad de reasignar recursos, vender el activo, invertir después, esperar y ver cómo se comporta la competencia e inclusive puede abandonar el proyecto. Dicha flexibilidad, no es tomada en cuenta en los modelos tradicionales, lo cual crea análisis erróneos y costos de oportunidad.

Por lo tanto, la evaluación de proyectos que involucran algún grado de flexibilidad futura, opciones reales, no puede llevarse a cabo con las técnicas tradicionales del valor presente neto o tasa interna de retorno. En verdad, tales métodos pueden llevarnos a tomar decisiones incorrectas con respecto al momento óptimo de invertir en un determinado proyecto. Como sabemos, la regla tradicional del Valor Presente Neto (VPN) establece que debemos llevar a cabo un proyecto si el valor presente neto de los flujos de caja generados por éste es mayor que cero. Esta regla es óptima cuando la oportunidad de inversión es del tipo “ahora o nunca”, o cuando el proyecto de inversión es “completamente reversible”.

Así mismo, la técnica de opciones reales, descubre que el valor de un proyecto de inversión, no viene únicamente de una gran cantidad de flujos de caja directamente atribuidos al proyecto; sino también de las oportunidades de crecimiento. Ante un proyecto empresarial, la actuación de cualquier directivo no es la de un espectador pasivo, sino que gestiona el proyecto a la luz de los acontecimientos que se producen. Esta posibilidad de intervención ante un desarrollo concreto de acontecimientos es lo que se denomina flexibilidad operativa. En ocasiones, esta flexibilidad operativa se puede concretar en la existencia de opciones reales implícitas en el proyecto sobre el que tenemos que tomar una decisión. Es decir, poseer una opción sobre un activo real que confiere a su propietario el derecho, y no la obligación, de llevar a cabo una acción determinada en el futuro.

Los modelos tradicionales para la evaluación de proyectos y alternativas de

Inversión, usan reglas tales como período de recobro de la inversión y técnicas de flujos de caja descontados, típicamente conocidas como Valor Presente Neto (VPN). Estos métodos, toman que el proyecto reunirá el flujo de caja esperado sin la intervención de la gerencia en el proceso. Toda la incertidumbre es mantenida en la tasa de descuento, la cual es ajustada de acuerdo al riesgo.

Todos estos métodos son modelos estancados, ya que tácitamente suponen que las características básicas del proyecto no deben cambiar. La mayoría de analistas corporativos deben usar modelos probabilísticos para encontrar el promedio de retorno esperado, a medida que transcurre el tiempo. Además, esta metodología no incorpora la flexibilidad de la gerencia para hacer cambios. Si los resultados futuros no se dan como se espera, esta metodología asume que la gerencia continúa su curso normal, sin realizar alteraciones estratégicas.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el mundo empresarial, siempre ha sido necesario tomar decisiones que finalmente determinan el rumbo de las organizaciones. Desafortunadamente el problema es que la volatilidad de los mercados ha mantenido una tendencia en aumento debido a la globalización y a la dinámica acelerada de los mismos.

El problema que tienen todos los profesionales de la gestión empresarial es que los sistemas financieros clásicos no permiten evaluar proyectos que a primera vista presentan un valor presente neto negativo, sin embargo en la vida real se pueden tomar muchas decisiones como abandonar, postergar, aumentar o reducir un proyecto y es allí donde las OPCIONES REALES muestran toda su utilidad a estos profesionales, ayudándoles a calcular de una manera mucho más efectiva todas las variables en forma probabilística para que tomen la mejor decisión respecto a estos proyectos.

1.2 PLANTEAMIENTO Y/O FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Basándonos en el libro de Juan Mascareñas, Prosper Lamothe, Francisco Lopez Lubián y Walter de Luna titulado "Opciones reales y valoración de activos", analizaremos el enfoque que ellos le dan a la opción de ampliar un proyecto, de reducirlo, de aplazarlo o de abandonarlo, todo esto obviamente basado en OPCIONES REALES.

1.3 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Es importante en el ámbito comercial y más específicamente en la gerencia comercial, entender este concepto, de manera que podamos opinar y comprender los términos que el área financiera plantea cuando queremos introducir un nuevo producto o queremos explorar nuevos mercados y con las OPCIONES REALES, poder discutir con las diferentes áreas que tenemos

muchas opciones para tomar una decisión final más allá de la valoración del VPN.

El tema de OPCIONES REALES es bastante denso y tiene muchas aplicaciones por lo que delimitaremos nuestro proyecto a entender el enfoque de los autores en el libro respecto a la posibilidad de ampliar, disminuir, postergar o abandonar un proyecto.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar y resumir el desarrollo conceptual y práctico de los autores del mencionado libro "*Opciones reales y valoración de activos*" para los distintos casos en los que un proyecto se puede abordar cuando para las otras formas de valoración no son viables.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aportar al desarrollo del tema de Opciones Reales con un enfoque académico.
- Desarrollar y exponer críticamente la propuesta de los autores.
- Estructurar una posición frente a las posibilidades de desarrollo empresarial para el tema de opciones reales.
- Facilitar el proceso de comprensión del significado de la teoría de opciones reales.

3. MARCO DE TEORICO

3.1 OPCIÓN FINANCIERA TRADICIONAL

Una opción financiera también conocida como opción de compra es un contrato que da a su comprador el derecho, pero no la obligación, a comprar o vender bienes o valores (el activo subyacente, que pueden ser acciones, índices bursátiles, etc.) a un precio predeterminado (strike o precio de ejercicio), hasta una fecha concreta (vencimiento).

El enfoque de VAN tradicional se basa implícitamente en un escenario esperado y un compromiso con una estrategia operacional dada.

Se toma una decisión considerando al proyecto como una oportunidad de inversión independiente.

En el mundo real de incertidumbre e interacciones competitivas los flujos de fondos de un proyecto diferirán de lo que se había previsto. A medida que llega nueva información y se resuelve gradualmente la incertidumbre acerca de flujos de fondos futuros, la gerencia puede encontrar que cuenta con flexibilidad para apartarse o revisar la estrategia operacional anticipada originalmente.

Las limitaciones de los métodos tradicionales basados en flujos de fondos descontados se derivan principalmente de su incapacidad para reconocer adecuadamente el valor de medidas gerenciales activas para adaptarse a condiciones cambiantes de mercado o para capturar valor estratégico.

La flexibilidad con que cuenta la gerencia para adaptar sus acciones dependiendo del contexto futuro genera una asimetría en la distribución de probabilidades del VAN que aumenta el verdadero valor de la oportunidad de inversión al mejorar su potencial *de subida* y limitar el potencial de *bajada* en relación al supuesto de un gerenciamiento pasivo.

Cuando la gerencia cuenta con flexibilidad para adaptarse a las circunstancias, el verdadero valor esperado de la distribución de resultados sesgada hacia la derecha excede el valor modal por un monto equivalente al valor de las opciones disponibles.

El VAN estratégico refleja ambos componentes del valor de una oportunidad de inversión.

3.2. LIMITANTES DE LA VAN

El valor actual neto es muy importante para la valoración de inversiones en activos fijos, a pesar de sus limitaciones en considerar circunstancias imprevistas o excepcionales de mercado. Si su valor es mayor a cero, el proyecto es rentable, considerándose el valor mínimo de rendimiento para la inversión.

Una empresa suele comparar diferentes alternativas para comprobar si un proyecto le conviene o no. Normalmente la alternativa con el VAN más alto suele ser la mejor para la entidad; pero no siempre tiene que ser así. Hay ocasiones en las que una empresa elige un proyecto con un VAN más bajo debido a diversas razones como podrían ser la imagen que le aportará a la empresa, por motivos estratégicos u otros motivos que en ese momento interesen a dicha entidad.

Puede considerarse también la interpretación del VAN, en función de la creación de valor para la empresa:

- Si el VAN de un proyecto es Positivo, el proyecto Crea Valor.
- Si el VAN de un proyecto es Negativo, el proyecto Destruye Valor.
- Si el VAN de un proyecto es Cero, el Proyecto No Crea ni Destruye Valor.

Cuando los flujos de caja son de un monto fijo (rentas fijas), por ejemplo los bonos, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$VAN = -I + \frac{R[1 - (1 + i)^{-n}]}{i}$$

R representa el flujo de caja constante.

i representa el costo de oportunidad o rentabilidad mínima que se está exigiendo al proyecto.

n es el número de periodos.

I es la Inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto.

En algunos casos, en lugar de ser fijas, las rentas pueden incrementarse con una tasa de crecimiento " g ", siendo siempre $g < i$. La fórmula utilizada entonces para hallar el VAN es la siguiente:

$$VAN = -I + \frac{R[(1 - (1 + g)^n) * (1 + i)^{-n}]}{(i - g)}$$

R representa el flujo de caja del primer período.

i representa el costo de oportunidad o rentabilidad mínima que se está exigiendo al proyecto.

g representa el índice de incremento en el valor de la renta cada período.

n es el número de periodos.

I es la Inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto.

Si no se conociera el número de periodos a proyectarse (a perpetuidad), la fórmula variaría de esta manera:

$$VAN = -I + \frac{R}{(i - g)}$$

3.2.1 INCONVENIENTES

- Dificultad para establecer el valor de K. A veces se usan los siguientes criterios
- Costo del dinero a largo plazo
- Tasa de rentabilidad a largo plazo de la empresa
- Costo de capital de la empresa.
- Como un valor subjetivo
- Como un costo de oportunidad.
- El VAN supone que los flujos que salen del proyecto se reinvierten en el proyecto al mismo valor K que el exigido al proyecto, lo cual puede no ser cierto.

3.3. COMO SURGEN LAS OPCIONES REALES A PARTIR DE LAS LIMITANTES

El Premio de Opciones que captura:

- El valor de las opciones operativas y estratégicas que puede capitalizar un gerenciamiento activo.
- Los efectos de interacción provenientes de competencia, sinergia e interdependencia entre proyectos.

El valor de las opciones provistas por flexibilidad operacional y estratégica no puede ser capturado mediante técnicas tradicionales de flujo de fondos descontado dado el carácter discrecional de estas opciones (su ejercicio depende de decisiones gerenciales) y la dependencia de eventos futuros que son inciertos al momento de la decisión inicial.

Se pueden analizar estos aspectos si se considera a las oportunidades de inversión como colecciones de opciones sobre activos reales.

Las técnicas tradicionales de evaluación de proyectos, “Valor actual neto” y “Tasa interna de retorno” omiten un hecho fundamental que debe tenerse presente al momento de realizar una inversión: los Proyectos son dinámicos. Con esto queremos decir que las situaciones, las circunstancias o el ambiente en el cual se desarrolla un Proyecto van cambiando, y así una inversión rentable en un momento puede transformarse en deficitaria en otro. Para dar cuenta de esta característica fundamental de toda inversión surgen técnicas alternativas que están directamente asociadas a la administración o gestión del proyecto.

Es decir, no debemos pensar solamente si es conveniente o no invertir, también debemos preguntarnos si es más conveniente esperar un tiempo y realizar la inversión en otro momento. A su vez, una vez en marcha el proyecto, podemos expandirlo si las cosas así lo ameritan, o bien achicarlo si los resultados no son tan buenos como esperábamos. En el peor de los casos, hay ocasiones en que un proyecto que esperamos que sea rentable resulta ser un fracaso, con lo cual la mejor alternativa podría ser abandonarlo y liquidar los activos destinados al mismo.

La metodología que contempla las características descritas en el párrafo anterior es conocida como Opciones Reales. Son oportunidades de tomar una decisión determinada en beneficio del resultado del proyecto y, por consiguiente, tienen un valor asociado. Al incluir el valor de estas oportunidades (diferir, abandonar, expandir), un proyecto que las técnicas tradicionales rechazarían puede convertirse en una buena elección a la hora de invertir.

Sin embargo, esta teoría presenta algunos problemas. Una de las variables principales en la valuación de una Opción Real es el valor presente de los flujos de fondos futuros de la inversión. Estos flujos de fondos son estimados, ya que no existe certeza respecto a su verdadero valor. Por lo tanto una mala estimación de dichos valores llevaría a tomar una mala decisión. En las

inversiones en nuevas tecnologías este problema es aún más grave, ya que no existe información histórica, y por lo tanto no es aplicable la estadística clásica. Carlsson y Fullér (2000) y Carlsson y Majlender (2005) introducen un nuevo enfoque basado en la matemática borrosa: las Opciones Reales Borrosas. Este trabajo utiliza el modelo de Opciones Reales Borrosas presentado en dichos trabajos para valorar una opción de inversión en tecnología. La aplicación de la matemática borrosa a las Opciones Reales permite representar los flujos de fondos futuros por medio de una distribución de posibilidades, y de esta forma captar la incertidumbre que estos presentan.

3.4. ORIGEN Y DESARROLLO DE TEORÍA DE LAS OPCIONES REALES

El origen del término y posterior desarrollo de la teoría de opciones reales se le atribuye a Stewart Myers. Según Kulatilaika (2000), Myers quien pertenecía al Sloan School of Management del MIT, ideó este término para llenar el vacío existente entre la planificación estratégica y las finanzas. Según Myers “la planificación estratégica necesita de las finanzas. Los cálculos de valores actuales son necesarios para poder comprobar el análisis estratégico y viceversa. Sin embargo las técnicas estándar para calcular el flujo de caja actualizado tenderán a minimizar el valor de la opción vinculada a las líneas de rentabilidad de la empresa en crecimiento. Es preciso ampliar la teoría de las finanzas empresariales para incluir las opciones reales”. De acuerdo a esto el método de las opciones reales funciona porque ayuda a los directivos a estudiar las oportunidades que se les presentan para planear y gestionar inversiones estratégicas.

Bachelier propuso a comienzo del siglo pasado el primer trabajo que, involucrando matemáticas formales, trata la valuación de opciones en mercados financieros. Además es el primer escrito que modela el movimiento Browniano. El objetivo de la tesis de Bachelier era determinar el valor de opciones accionarias, y aunque fue un buen principio para esa valoración, la fórmula que dedujo estaba basada en supuestos no realistas, ya que asumía la inexistencia de tasas de interés y utilizaba un proceso estocástico, (movimiento

browniano), que permita que los precios de las acciones tomaran valores negativos. Posiblemente esta fue una razón para que ese modelo fuera olvidado durante mucho tiempo.

La idea central en la tesis de Bachelier fue que la expectativa del especulador es igual a cero. Por más simple que se pueda entender esta idea, todo lo que de aquí se deriva es ahora evidente en toda forma de estrategia de intercambio y uso de instrumentos derivados, aplicable en las más sofisticadas técnicas de gestión de portafolios. La tesis de Bachelier se descubre, y es tomada en cuenta, más de 50 años después de su publicación, por accidente, por un profesor del MIT en 1955. Dentro de las aportaciones de Bachelier se considera la principal el uso del concepto de continuidad en los modelos probabilísticos. Además, las matemáticas desarrolladas por él, para explicar las opciones financieras en los bonos franceses, anticiparon por 5 años el descubrimiento de Einstein de la dinámica de los electrones.

Sin embargo, esta teoría tuvo un reconocimiento puro después del trabajo publicado por Fisher Black y Myron Scholes en 1973, a los que hay que añadir los de Robert Merton y Cox – Rox – Rubinstein. En resumen, para estos autores las opciones reales son un proyecto de aplicación de las opciones financieras a la gestión de activos reales, esto es, a la valoración de inversiones productivas o empresariales. Sin embargo esto no es posible o solo lo es parcialmente, por esto se han tenido que desarrollar métodos alternativos

Los proyectos de inversión siempre tienen algún grado de incertidumbre y margen de flexibilidad. Las opciones reales se presentan en planes, proyectos, actuaciones o inversiones empresariales flexibles. Por ejemplo, abandonar o vender el proyecto de inversión antes de concluirlo, cambiar su uso o tecnología o prolongar su vida.

De acuerdo a Kulatilaka (2000), la solución desarrollada por Fisher Black, Robert Merton y Myron Scholes fue una desviación radical del análisis del flujo

de caja descontado. Los tres se basaban en los factores que podían cambiar el valor de una opción a lo largo del tiempo. ¿Cuál es el valor de una opción en el momento de su compra?, ¿Cuál es el valor de una opción un poco más tarde, cuando queda menos tiempo y ha cambiado el valor del activo subyacente? El trabajo original para la determinación del precio de las opciones era para valorar contratos de opción de compra de acciones negociadas en un intercambio financiero y de garantías, que son contratos de opciones emitidos por las empresas. Las opciones para la compra de acciones se emiten contra el capital social de la empresa, por ello se pensó mucho en como cambiarle el valor de la opción con las fluctuaciones del precio de la acción.

Para Trigeorgis (1996), el enfoque de opciones reales combina las mejores características de los modelos de actualización de flujos en incertidumbre y del enfoque de análisis de arboles de decisión, sorteando sin embargo las deficiencias que uno y otro presentan. Para el mismo autor, la determinación de los equivalentes ciertos de las fuentes de incertidumbre constituye uno de los elementos más polémicos de la valoración de opciones reales. En el caso en el que las variables de estado presenten una naturaleza no financiera, su aplicación implica asumir que el mercado de capitales es completo y, por tanto, que es posible construir cualquier patrón de rendimientos a partir de los activos existentes. En los trabajos de Trigeorgis igualmente se reconoce la dificultad existente en la valoración de opciones reales, la importancia que representa la interacción entre las distintas opciones de un mismo proyecto o la existencia de múltiples modelos de valoración

Para Suarez, las opciones reales se entienden como el intento de aplicar la metodología de las opciones financieras a la gestión de activos reales, esto es, a la valoración de inversiones productivas o empresariales. Pero ello no es factible o sólo lo es parcialmente, y de ahí que hayan tenido que desarrollarse métodos alternativos. La Teoría de las opciones reales es una teoría prometedora (con un desarrollo incipiente) todavía.

3.4.1. MODELOS DE CÁLCULO DE LA VOLATILIDAD

Según Mascareñas (2004) la volatilidad influye radicalmente en la valoración de opciones reales. Esta volatilidad se refiere básicamente a la velocidad en los movimientos de los precios de los activos subyacentes. De esta manera los mercados en donde los precios se mueven lentamente son mercados que reflejan baja volatilidad y viceversa.

Para Rosillo (2004) la volatilidad es un indicador de mercado el cual refleja una medida de dispersión de los rendimientos con respecto al promedio de los datos que hacen referencia a los rendimientos en un periodo determinado de tiempo. Normalmente la mayoría de los rendimientos se sitúan alrededor del promedio de los rendimientos y poco a poco se van dispersando hacia la parte final de la curva de la distribución normal, esta es la medida que se identifica como la volatilidad.

3.4.2. MODELO DE ESTIMACIÓN HISTÓRICA

Es el más sencillo y común para estimar la volatilidad. Utiliza la formula para la varianza muestral de los rendimientos. Su característica contempla que la volatilidad es un parámetro y no considera que cambie en el tiempo. Su resultado es igual al dato estimado de toda la muestra.

Las principales limitaciones de esta metodología son:

- La volatilidad permanece constante a través del tiempo, es decir, hay un solo dato para todo el periodo muestral.
- El valor de la volatilidad depende de la elección de los datos que se toman para calcularla, es decir de "n".

3.4.3. MÉTODO DE PROMEDIOS MÓVILES

Un promedio móvil es un promedio aritmético de una muestra de “n” datos, en el que cada vez que se calcula el promedio se añade un nuevo dato al final de la serie y se elimina la primera opción de la muestra.

Las principales limitaciones de esta metodología son:

- La estimación de la volatilidad es muy sensible al orden del promedio móvil. Si el número de observaciones es reducido los estimadores son poco eficientes
- No permite determinar si la volatilidad cambió por que se modificaron las condiciones del mercado, o solo por que se utilizó un promedio móvil con diferente orden, es decir, la estimación de la volatilidad es sensible a errores muestrales.
- Si el orden del promedio móvil es mayor al óptimo, se puede llegar a sobreestimar el riesgo de asignación de capital.
- Este modelo no puede eliminar la auto correlación de la volatilidad condicional y por lo tanto no representa el proceso de generación de los datos de manera satisfactoria.

3.4.4. MODELO GARCH

Es un método para estimar la volatilidad que se basa en una ponderación mayor a la información reciente. Según Jorion (2002), la varianza de los rendimientos sigue un proceso predecible. La varianza condicional depende de la última innovación, así como también de la varianza condicional previa. Estos modelos se han convertido en un apoyo importante para el análisis de series de tiempo en los mercados financieros, los cuales muestran sistemáticamente agrupamientos de la volatilidad.

El modelo Garch no tiene el inconveniente de sobreestimar el efecto “apalancamiento” lo que implica un mayor aprovechamiento del capital, además permite pronosticar la volatilidad para cualquier periodo en el futuro.

3.4.5. MODELO DE PROMEDIOS MÓVILES PONDERADOS EXPONENCIALMENTE

Una manera de seguir el dinamismo de la volatilidad en los mercados es mediante la aplicación del su avistamiento exponencial de los datos históricos durante un periodo de tiempo, el cual debe ser anual. Este método le confiere mayor peso a los últimos y más recientes datos tomados, que a los primeros a los más alejados en el tiempo, esta es una ventaja frente al método de volatilidad histórica, por que el de la volatilidad dinámica toma rápidamente las fuertes variaciones de los precios de los mercados, debidos a la ponderación, lo cual hace que los resultados sean más confiables en épocas de alta volatilidad. Este modelo no permite estimar la estructura inter temporal de la volatilidad, el pronóstico es igual al último valor.

3.4.6. MODELO DE CAMINATA ALEATORIA

Este modelo se fundamenta en la teoría de los mercados eficientes, es decir el pronóstico de la volatilidad para mañana es igual al valor actual, es decir, el mejor pronóstico para mañana es el dato observado hoy.

3.4.7. MODELO DE VOLATILIDAD ESTOCÁSTICA

Son modelos similares a los Garch, solo que en la ecuación con la que se estima la volatilidad se incluye un término aleatorio adicional, este modelo permite estimar la curva de volatilidades. Sin embargo, requiere métodos complejos de estimación.

3.5. CUANDO EJERCER UNA OPCIÓN

Los siguientes inputs o insumos, son la única información que necesita para valorar una opción en el tiempo.

- El valor actual del activo subyacente, que se observa en el mercado.
- El momento de la fecha de decisión, que se define en las especificaciones de la inversión.
- El costo de la inversión o precio de ejercicio (también llamado precio de ejecución de una opción), que se define en las especificaciones de la inversión.
- El tipo de interés libre de riesgo, que se observa en el mercado.
- La volatilidad del activo subyacente, que generalmente suele ser el único input estimado.
- Pagos en metálico o beneficios no monetarios vinculados al activo subyacente, que generalmente se suelen observar directamente en el mercado o algunas veces se estiman a partir de mercados relacionados.

3.5.1 OPCIÓN CALL

Una opción call da a su comprador el derecho (pero no la obligación) a comprar un activo subyacente a un precio predeterminado en una fecha concreta. El vendedor de la opción call tiene la obligación de vender el activo en el caso de que el comprador ejerza el derecho a comprar.

3.5.1.1 COMPRA DE UNA OPCIÓN CALL

La compra de una opción call es interesante cuando se tienen expectativas alcistas sobre la evolución futura en el mercado de valores

Posibles situaciones favorables para la compra de opciones call:

- Cuando se prevé que una acción va a tener una tendencia alcista, ya que es más barato que la compra de acciones.
- Cuando una acción ha tenido una tendencia alcista fuerte, el inversor no ha comprado y puede pensar que está cara, pero que puede seguir subiendo, la compra de una call permite aprovechar las subidas si la acción sigue subiendo y limitar las pérdidas si la acción cae.
- Cuando se quiere comprar acciones en un futuro próximo porque se cree que van a subir pero hoy NO se dispone de los fondos necesarios, la opción call permite aprovechar las subidas sin tener que comprar las acciones.

3.5.1.2 VENTA DE UNA OPCIÓN CALL

En la venta de una opción call, el vendedor recibe la prima (el precio de la opción). A cambio, tiene la obligación de vender la acción al precio fijado (precio de ejercicio), en el caso de que el comprador de la opción call ejerza su opción de compra, teniendo una ganancia de la prima del comprador más la posible diferencia del precio actual y el precio estipulado. Una opción call puede venderse sin haberla comprado previamente.

Posibles situaciones favorables para la venta de opciones call:

- Para asegurar ingresos adicionales una vez que decidida la venta de las acciones.
- Es el caso de que no importe vender las acciones a un precio considerado suficientemente alto y recibir, además, un ingreso extra previo. Este es el caso en que se vende una call fijando un precio de ejercicio en el nivel que se desee por encima del precio actual de la acción en Bolsa. Si la acción llega a alcanzar ese precio, habrá que vender la acción, pero a un precio alto y, además, se habrá ingresado el valor de la opción.

3.5.2. OPCIÓN PUT

Una opción put da a su poseedor el derecho (pero no la obligación) a vender un activo a un precio predeterminado hasta una fecha concreta. El comprador de la opción put tiene la obligación de comprar el activo en el caso de que el poseedor de la opción decida ejercer el derecho a vender el activo.

Posibles situaciones favorables para la compra de opciones put:

- La compra de opciones put se utiliza como *cobertura*, cuando se prevean caídas de precios en acciones que se poseen, ya que mediante la compra de Put se fija el precio a partir del cual se gana dinero.
- Si la acción cae por debajo de ese precio, el inversor gana dinero.
- Si cae el precio de la acción, las ganancias obtenidas con la opción put compensan en todo o en parte la pérdida experimentada por dicha caída.

Las pérdidas quedan limitadas a la prima (precio pagado por la compra de la opción put). Las ganancias aumentan a medida que el precio de la acción baje en el mercado.

Por tanto, es interesante comprar una opción put:

- Cuando se tiene acciones y se cree que hay grandes probabilidades de que su precio caiga a corto plazo, pero se piensa que el valor tiene una tendencia alcista a largo plazo, por lo que no se quiere vender dichas acciones. Con la opción put se obtienen beneficios si caen los precios y no se tiene que vender las acciones. De este modo se aprovecharía la futura subida de los precios de la acción. Es una forma de proteger beneficios no realizados cuando se tienen acciones compradas. A esta operación se le conoce como "Put protectora", porque protege la inversión de caídas.
- Cuando se está convencido de que la acción va a caer y se quiere aprovechar esa caída para obtener beneficios. Si no se tienen acciones

compradas previamente también interesa comprar una opción put, pues con ello se obtienen beneficios con las caídas de la acción.

3.5.2.1 VENTA DE UNA OPCIÓN PUT

El vendedor de una opción put está vendiendo un derecho por el que cobra la prima. Puesto que vende el derecho, contrae la obligación de comprar la acción en el caso de que el comprador de la put ejerza su derecho a vender.

Posibles situaciones favorables para la venta de opciones put:

- Para comprar acciones con descuento. Cuando interese comprar acciones a un precio fijo por debajo del nivel actual de precios y además con un descuento 10%. El descuento es la prima ingresada por la venta de la opción.
- Cuando se piensa que el precio de la acción va a entrar en un período de estabilidad, se está convencido de que no va a caer y que es posible que tenga ligeras subidas. En esta situación se puede fijar un precio al cual las acciones parezcan, precio a partir del cual se está dispuesto a comprar; entretanto, se ingresa la prima. El precio límite de compra es el precio de ejercicio al que se venderá la opción put.

3.6 CALCULO ESTOCÁSTICO

El análisis estocástico, de probabilidades y de procesos estocásticos constituyen el núcleo para analizar y evaluar fenómenos que no pueden ser explicados por la matemática tradicional. De esta manera el cálculo estocástico se muestra esencial para describir procesos y modelamientos económicos, útiles para valoración y aplicación de teorías económicas y financieras.

3.6.1 PROCESO ESTOCÁSTICO

Una ecuación que describe o capta el comportamiento de una variable estocástica y transmite información respecto al valor futuro probable.

3.6.2 VARIABLE ESTOCÁSTICA

Variable aleatoria. El adjetivo estocástico se utiliza como sinónimo de aleatorio. De raíz griega, el vocablo estocástico aparece en el siglo XVI en los autores ingleses y es utilizado por J. Bernouilli en el siglo XVI. En la antigua Grecia se utilizaba este término para designar a los videntes o personas que adivinaban el porvenir.

3.7 VARIABLE ALEATORIA

Variable que tiene asociada una determinada ley o distribución de probabilidad. A cada uno de los Valores que puede tomar le corresponde una frecuencia relativa o probabilidad específica. Representación numérica del fenómeno aleatorio.

3.8 PROBABILIDADES Y PROCESOS ESTOCÁSTICOS

3.8.1 CONCEPTOS BÁSICOS DEL CÁLCULO DE PROBABILIDADES

Recordemos en primer lugar algunas definiciones generales del cálculo de probabilidades.

Un *espacio de probabilidad* es una terna $(\Omega; F; P)$ formada por:

(i) Un conjunto Ω que representa el conjunto de los posibles resultados de una cierta experiencia aleatoria.

(ii) Una familia F de subconjuntos de Ω que tiene estructura de σ -álgebra:

a) $2 F$

b) Si $A \in F$, su complementario A^c también pertenece a F

c) $A_1, A_2, \dots \in F \Rightarrow \bigcap_{i=1}^{\infty} A_i \in F$

(iii) Una aplicación $P : F \rightarrow [0; 1]$ que cumple:

a) $P(\emptyset) = 0, P(\Omega) = 1$

b) Si $A_1, A_2, \dots \in F$ son conjuntos disjuntos dos a dos (es decir, $A_i \cap A_j = \emptyset$ si $i \neq j$), entonces

$$P\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\right) = \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i)$$

Los elementos de la σ -álgebra F se denominan *sucesos* y la aplicación P se denomina una *probabilidad*, de forma que tenemos la siguiente interpretación de este modelo:

$P(F)$ = "probabilidad de que el suceso F se realice"

Si $P(F) = 1$, diremos que el suceso F ocurre con probabilidad uno, o casi seguramente.

Las propiedades a) y b) permiten deducir algunas reglas básicas del

Cálculo de probabilidades:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) \text{ si } A \cap B = \emptyset;$$

$$P(A^c) = 1 - P(A)$$

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B):$$

Ejemplo 1 Lanzamos un dado.

$\Omega = \{1; 2; 3; 4; 5; 6\}$

$F = \mathcal{P}(\Omega)$ (F contiene todos los subconjuntos de Ω)

$P(f|ig) = 1/6$; para $i = 1; \dots; 6$

3.9 MOVIMIENTO BROWNIANO

3.9.1 ORÍGENES DEL MODELO

El Botánico de nacionalidad inglesa Robert Brown, en el año de 1827, realizó un análisis del movimiento de las partículas de polen en el agua y lo asoció como movimiento propia a la materia viviente y lo relacionó con los mecanismos de la reproducción. Posteriormente en sus trabajos finales concluyó que el movimiento errático era de naturaleza mecánica y no dependía del carácter orgánico ni inorgánico de los objetos considerados.

Casi un siglo después en 1905, Albert Einstein desarrollo o construyó un modelo matemático para explicar este fenómeno y le coloco movimiento Browniano, en honor a Robert Brown.

El movimiento Browniano es un proceso aleatorio que describe el comportamiento de ciertas variables también aleatorias a medida que se desplazan en el tiempo.

Este proceso es muy utilizado en finanzas para describir la evolución de los precios en el tiempo. Con respecto a los precios, el movimiento Browniano supone que el cambio de un periodo de tiempo al que le sigue, no esta relacionado ni con el nivel de precios ni con las series pasadas, es decir que cada cambio es independiente de los cambios de precios anteriores y la volatilidad de los cambios de precios es constante.

3.9.2 HIPÓTESIS DE ALBERT EINSTEIN

Einstein se basaba que el desplazamiento de la partícula entre 2 instantes es independiente de las posiciones anteriores que haya tenido, y que la probabilidad que rige el movimiento de la partícula solo depende de la distancia

temporal. Con esta hipótesis, Einstein logró demostrar que la función de distribución f de la posición de la partícula tenía que verificar la siguiente ecuación de derivadas parciales:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = D \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$$
, donde x es la variable espacial, t la variable temporal y D es una constante adecuada.

Esta ecuación conocida como la ecuación de difusión con algunos cambios de variables, encuentra soluciones a la ecuación de Black-Scholes-Merton.

En el año 1900 Louis Bachelier con su tesis de "La teoría de la Especulación" proponía un movimiento Browniano como modelo asociado a los precios de las Acciones.

Desafortunadamente el modelo de Bachelier permitía que el valor de las acciones tomara valores negativos y tal vez esta fue la razón para que este modelo fuera olvidado por mucho tiempo.

En 1960, el economista norteamericano Samuelson (premio Nobel de economía en 1970) propuso el movimiento browniano geométrico como modelo para los precios que están sujetos a incertidumbre. En 1964, Boness sugirió una fórmula más cercana a la de Black-Scholes, pero que todavía contaba con una tasa de interés desconocida, que Boness incluía como compensación por el riesgo asociado con el valor de la acción.

Para el modelo de Black-Scholes-Merton, el movimiento Browniano geométrico es el modelo básico asociado a los movimientos de los precios. Pero además estos autores tuvieron en cuenta, y esto fue determinante, que el movimiento Browniano está asociado con la teoría matemática avanzada del cálculo estocástico o cálculo de Ito, desarrollado por el matemático japonés Kiyosi Ito desde 1940, que considera aspectos análogos a los del cálculo clásico de Newton y Leibniz, pero en condiciones aleatorias.

3.9.3 MOVIMIENTO BROWNIANO GEOMÉTRICO

Describe un proceso aleatorio en el que el logaritmo natural de una variable aleatoria sigue un proceso Weiner generalizado.

3.9.3.1 PROCESO WEINER GENERALIZADO

Un proceso estocástico o aleatorio en que los cambios en la variable durante periodos breves de tiempo están normalmente distribuidos con una media y una varianza que son proporcionales al plazo de tiempo en cuestión. Estos procesos aleatorios son muy utilizados para evaluar los cambios de precios en el tiempo.

Supongamos que el valor de una acción, que se toma como activo subyacente, es S y satisface la siguiente ecuación diferencial estocástica:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dx,$$

donde μ es la tasa promedio de rendimiento, t es el tiempo, σ es la volatilidad y dx es un proceso de Wiener, que satisface una distribución normal $N(0, \sqrt{dt})$.

La igualdad planteada se conoce como *movimiento browniano geométrico*. El valor de una opción sobre aquel activo subyacente, lo denotaremos por $V = V(S,t)$, y es una función del valor de ese activo S , y del tiempo t .

3.10 MODELOS DE VALORACIÓN UTILIZADOS

El modelo Black-Scholes y Cox, Ross y Rubinstein modelo binomial son los modelos de valoración primarios que se basan en los mismos fundamentos teóricos y supuestos (como el movimiento Browniano geométrico de la teoría de comportamiento de los precios de acciones y neutro de valoración de riesgos). Sin embargo, también hay algunas diferencias importantes entre los dos:

3.10.1 EL MODELO BLACK-SCHOLES

El Black-Scholes se utiliza para calcular el precio de recompra teórico (dividendos, ignorando pagos durante la vida de la opción) con los cinco principales factores determinantes de la opción de precios: precio de las acciones, precio de ejercicio, la volatilidad, el tiempo de expiración, y a corto plazo (libre de riesgo) tasa de interés.

La fórmula original para calcular el precio de la opción teórica (PO) es el siguiente:

$$OP = SN(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2)$$

Dónde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{v^2}{2}\right)t}{v\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - v\sqrt{t}$$

Las variables son:

S = precio de las acciones

X = precio de ejercicio

t = tiempo restante hasta el vencimiento, expresada como un porcentaje de un año

r = actual capitalización continua de interés libre de riesgo

v = volatilidad anual del precio de las acciones (la desviación estándar de la rentabilidad a corto plazo más de un año). Vea a continuación cómo estimar la volatilidad .

ln = logaritmo natural

N (x) = norma de la función normal de distribución acumulada

e = la función exponencial

3.10.1.1 DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL - ¿QUÉ TAN REALISTA?

El modelo se basa en una distribución normal de los rendimientos de los activos subyacentes que es lo mismo que decir que los precios de los activos subyacentes sean distribuidos log normal. Una distribución log normal tiene derecho a una cola más larga en comparación con uno normal, o en forma de campana de distribución. La distribución logarítmica normal permite una distribución de precios de acciones de entre cero y el infinito (es decir, no tiene precios negativos) y tiene un sesgo al alza (que representa el hecho de que un precio de las acciones sólo puede caer 100%, pero puede aumentar en más del 100%).

En la práctica se basa en la distribución de precios de los activos y a menudo difiere sustancialmente de la log normal. Por ejemplo la distribución histórica de rendimientos de los activos subyacentes tiene a menudo colas más gordas a la izquierda y a la derecha que una distribución normal lo que indica que el mercado se mueve con mayor frecuencia de lo que se predice en una distribución normal.

3.10.1.2 VOLATILIDAD ¿IMPLÍCITA O HISTÓRICA?

Este es el parámetro más crítico para la valoración de opciones, los precios de las opciones son muy sensibles a los cambios en la volatilidad. La volatilidad sin embargo, no puede observarse directamente y deben ser estimados.

La calificaciones de las opciones no se basarán exclusivamente en la volatilidad implícita, pero se podrán conocer las estimaciones para ver si son o no mayor o menor de las que se pueden esperar de las volatilidades históricas y actuales, y por lo tanto, si las opciones son más caras o más baratas de lo que tal vez debería ser.

Es una ligera ventaja sobre la simplificación, pero, básicamente, la volatilidad implícita le dará el *precio* de una opción y la volatilidad histórica le dará una

indicación de su *valor*. Es importante entender, por ejemplo, que si su pronóstico de volatilidad basado en precios históricos es mayor que la volatilidad implícita actual (opciones de bajo valor) es posible que desee *comprar* una combinación de opciones, pero si su pronóstico histórico es inferior a la volatilidad implícita es posible que desee *vender*.

A diferencia de la volatilidad, lo cual es importante para determinar el valor razonable de una opción, los puntos de vista sobre la dirección futura de un activo subyacente (es decir, si usted piensa que va a subir o bajar en el futuro y por la cantidad) son *completamente irrelevantes*.

Cabe destacar que la tasa de rendimiento esperada de la población (que incorporaría las preferencias de riesgo de los inversores como una prima de riesgo sobre acciones) *no* es una de las variables en el modelo Black-Scholes (o cualquier otro modelo para la opción de valoración). La implicación importante es que el valor de una opción es totalmente independiente del crecimiento esperado del activo subyacente (y por tanto es neutral ante el riesgo).

Así, mientras que cualquiera de los dos inversores fuertemente en desacuerdo sobre la tasa de rendimiento que esperan de una acción, si estarán de acuerdo a las hipótesis de volatilidad y la tasa libre de riesgo, ya que siempre se estará de acuerdo en el valor razonable de la opción en ese activo subyacente.

El hecho de que una predicción del precio futuro del activo subyacente no es necesario para valorar una opción puede parecer un sinsentido, pero fácilmente puede demostrarse que es correcta.

Este concepto clave que subyace a la valoración de todos los derivados - el hecho de que el precio de una opción es independiente de las preferencias de riesgo de los inversores - que se llama *neutro de valoración de riesgos*. Esto significa que todos los instrumentos derivados pueden ser valorados por el supuesto de que el retorno de sus activos de garantía es la tasa libre de riesgo.

3.10.1.3 VENTAJAS Y LIMITACIONES

3.10.1.3.1 VENTAJAS

La principal ventaja del modelo Black-Scholes es la velocidad que le permite calcular un número muy grande de los precios de las opciones en un corto tiempo.

3.10.1.3.2 LIMITACIONES

El modelo Black-Scholes tiene una limitación importante, no se puede utilizar para las opciones de precios con exactitud, con un ejercicio de estilo americano, ya que sólo calcula el precio de la opción en un momento en el tiempo - al vencimiento. No tiene en cuenta los pasos en el camino donde podría haber la posibilidad de ejercicio anticipado de una opción americana.

Como todas las opciones negociadas en bolsa las acciones se están ejerciendo al estilo americano (es decir, pueden ejercerse en cualquier momento a diferencia de las opciones europeas, que sólo puede ejercerse al vencimiento) esto es una limitación importante.

La excepción a esto es llamado en América en un no-pago de dividendos activos. En este caso siempre vale lo mismo que su equivalente europeo, ya que no es ninguna ventaja en el ejercicio de principios.

3.10.2 EL MODELO BINOMIAL

Las interrupciones por el modelo binomial el tiempo de expiración en potencia un gran número de intervalos de tiempo, o pasos. Un árbol de precios de las acciones se produce inicialmente de trabajo futuro desde el presente a su vencimiento. En cada paso se supone que el precio de la acción se moverá arriba o hacia abajo por un importe calculado utilizando la volatilidad y el tiempo de expiración. Esto produce una distribución binomial, o recombinación de los

árboles, de los precios de las acciones subyacentes. El árbol representa a todos los posibles caminos que el precio de las acciones podría tomar durante la vida de la opción.

Al final del árbol - es decir, al vencimiento de la opción - todos los precios de la opción terminal para cada uno de los precios de las acciones posibles final sea conocido por limitarse a la igualdad de sus valores intrínsecos.

A continuación, el precio de las opciones en cada paso del árbol se calcula que trabajan detrás de vencimiento hasta el presente. El precio de las opciones en cada paso se utilizan para derivar el precio de las opciones en el siguiente paso del árbol utilizando neutro de valoración de riesgos basado en las probabilidades de los precios de las acciones en movimiento hacia arriba o hacia abajo, la tasa libre de riesgo y el intervalo de tiempo de cada paso. Todo ajuste de precios de las acciones (por un período ex-dividendo) o precios de las opciones (como resultado del ejercicio anticipado de opciones americanas) se han incluido en el cálculos en el punto deseado en el tiempo. En la parte superior del árbol le dejan con un precio de la opción.

Para tener una idea de cómo funciona el modelo binomial puede utilizar la línea de árboles en las calculadoras binomio: ya sea usando el original Cox, Ross y Rubinstein árbol o el árbol de probabilidades iguales , que produce resultados igualmente precisos, mientras que la superación de algunas de las limitaciones de el modelo CRR. Las calculadoras le permiten calcular la europea o americana precios de las opciones y mostrar gráficamente la estructura de árbol utilizado en el cálculo. Los dividendos se pueden especificar como discretas o como un rendimiento anual, y puntos en los que el ejercicio anticipado se supone para las opciones americanas son destacó.

3.10.2.1 VENTAJAS Y LIMITACIONES

3.10.2.1.1 VENTAJAS

La gran ventaja del modelo binomial tiene sobre el-Scholes Negro es que puede ser utilizado para el precio con exactitud las opciones americanas. Esto es porque con el modelo binomial es posible comprobar en cada punto en la opción de vida de una (es decir, a cada paso del árbol binomial) la posibilidad de ejercicio anticipado (por ejemplo, cuando, por ejemplo, un dividendo, o una, pero que sean profundamente en el dinero que el precio de la opción en ese punto es inferior a su valor intrínseco).

Cuando un punto se encuentra el ejercicio anticipado se supone que el tenedor de la opción elegiría para hacer ejercicio, y el precio de la opción se puede ajustar para igualar el valor intrínseco en ese punto. Esto pasa entonces a los cálculos más arriba del árbol y así sucesivamente.

La línea gráfica de la calculadora opción árbol binomial se destacan los puntos en la estructura de árbol donde el ejercicio anticipado habría podido causar un precio americano a diferencia de un precio europeo.

El modelo binomial básicamente resuelve la misma ecuación, utilizando un procedimiento de cálculo que el modelo Negro-Scholes resuelve utilizando un enfoque analítico y, al hacerlo, proporciona oportunidades a lo largo del camino para ver si el ejercicio anticipado de opciones americanas.

3.10.2.1.2 LIMITACIONES

La principal limitación del modelo binomial es su lenta velocidad relativamente. Es muy bueno para una media docena de cálculos en un tiempo, pero incluso con más rápido que los ordenadores actuales no es una solución práctica para el cálculo de miles de precios en unos segundos.

3.10.3 RELACIÓN CON EL MODELO BLACK-SCHOLES

Las mismas suposiciones subyacentes sobre los precios de valores se basa tanto en la Scholes modelos y Negro-binomial: precios de las acciones que siguen un proceso estocástico descrito por el movimiento browniano geométrico. Como resultado, para las opciones europeas, el modelo binomial converge en la fórmula-Scholes Negro como la número de pasos de cálculo binomial aumenta. De hecho, el modelo Negro-Scholes para opciones europeas en realidad un caso especial del modelo binomial cuando el número de pasos binomial es infinito. En otras palabras, el modelo binomial proporciona aproximaciones discretas para el proceso continuo que se basa la Black-Scholes .

Si bien la Cox, y Rubinstein modelo binomial Ross y el modelo Black-Scholes finalmente converger a medida que el número de pasos de tiempo se lo infinitamente grande y la longitud de cada paso se infinitesimal esta convergencia, excepto para-el-dinero en opciones, es cualquier cosa menos lisa o uniforme. Para examinar la forma en que los modelos convergen ver las dos en línea Black-Scholes/Binomial calculadora análisis de convergencia . Esto le permite examinar gráficamente la convergencia como cambia el número de pasos en el binomio a medida que aumenta cálculo así como el impacto de la convergencia de los cambios a la huelga, precio de las acciones, el precio el tiempo de expiración, la volatilidad y el riesgo de tipos de interés sin la forma.

4. METODOLOGÍA

Una vez finalizado el proceso de estructuración del marco conceptual, utilizaremos el siguiente proceso de análisis para abarcar los aspectos más importantes en la lectura:

1. Tema del texto

- Tesis de los autores
 - Desarrollo de argumentos de los autores
 - Conclusiones que proponen los autores
2. Organización del Texto
- Sentido e implicaciones con el título
 - Representación argumental del texto
 - Descripción del lenguaje utilizado por el autor (profundidad, claridad, autoridad).
3. Proceso de lectura
- Ideas nuevas descubiertas
 - Dudas que surgen en el proceso de lectura y entendimiento del texto
 - Descripción del proceso de lectura

5. PRESENTACION DE RESULTADOS – RESUMEN DEL TEXTO

CAPITULO 1

1.1. LAS OPCIONES DEFINICION Y TIPOS

Una opción ejerce un derecho, no una obligación a realizar una operación en un periodo o tiempo determinado. Este derecho se realiza si se obtiene un beneficio.

El activo sobre el que se extiende un derecho se define como activo subyacente y el precio del ejercicio es el precio de compra o venta que da derecho a adquirirlo.

La opción de compra es el derecho de comprar un activo a un precio prefijado y durante un tiempo (Call Opción) mientras que la opción que da derecho a vender un activo a un precio prefijado y en un tiempo determinado se le conoce como opción de venta. A la fecha que se termina el derecho de la opción se le denomina fecha de vencimiento.

Como una opción es un derecho y no una obligación se denomina tiene un costo al que se denomina prima.

El derecho al que hace mención se puede ejercer:

- a) Solo en las fechas de vencimiento de la opción la cual recibe el nombre de europea.
- b) En cualquier momento a la fecha de vencimiento.
- c) En algunos instantes predeterminados a lo largo de la vida.

Las opciones se pueden clasificar atendiendo a si el precio del activo subyacente es mayor o menor al precio del ejercicio:

- a) Opciones dentro de dinero (In-the-Money o ITM): Son aquellas que si se ejercen ahora mismo proporcionan una pérdida; el precio de ejercicio sea inferior al precio del activo subyacente, mientras que en las de venta ocurrirá lo contrario.
- b) Opciones fuera de dinero (out-the-money, OTM) : Son aquellas que si se ejercieran ahora mismo ocasionarían una pérdida; el precio de ejercicio sea superior al precio del activo subyacente, mientras que en las ventas ocurrirá lo contrario.
- c) Opciones en el dinero (at the Money o ATM): Son aquellas cuyo precio del ejercicio es igual, o muy parecido al precio del activo subyacente.

1.2. OPCIONES FINANCIERAS Y OPCIONES REALES

Se denominan Opciones Financieras a aquellas cuyo activo subyacente o financiero como, una acción, un índice bursátil, una obligación, una divisa, etcétera.

Las opciones reales son aquellas cuyo activo subyacente es un activo real, un inmueble, un proyecto de inversión, una empresa, etcétera.

El valor de ambos tipos de opciones, es función de seis variables:

- a) El precio del activo subyacente (S):

Opción Financiera: Indica el precio actual del activo financiero subyacente

Opción Real: Indica el valor actual del activo financiero subyacente, es decir el valor de los flujos de caja que genere dicho activo.

- b) En precio del ejercicio (X) :

Opción Financiera: Indica el precio al que el propietario de la opción puede ejercer o que puede pagar para comprar el activo financiero subyacente (call), o le precio que se pagara por venderlo (put).

Opción Real: Indica el precio a pagar por hacerse con el activo real subyacente, es decir con flujos de caja o el precio al que el propietario del activo subyacente tiene derecho a venderlo.

- c) El Precio hasta el vencimiento (t): tiempo para poder ejercer la opción.

- d) El riesgo a volatilidad (O): Varianza o desviación típica de los rendimientos del activo subyacente. Indica la volatilidad del subyacente cuyo precio es S, pero que puede oscilar en el futuro.

Opciones Reales: La volatilidad nos indica cuan equivocados pueden estar nuestras estimaciones del valor activo subyacente.

- e) El tipo de interés si riesgo (r): Refleja el valor temporal del dinero.

- f) Los dividendos (D): Dinero líquido generado por el activo subyacente durante el tiempo que le propietario de la opción la posee y no la ejerce.

Las variables de impacto sobre el valor de las opciones:

Si el precio del ejercicio aumenta o disminuye el valor de la opción de compra descenderá o aumentara. El valor de la opción de venta se mueve en el mismo sentido.

Si el precio aumenta el valor de las opciones de compra o de venta aumenta y viceversa.

El riesgo asociado al activo subyacente, es preciso señalar que cuan mas grande sea más valioso será la opción.

Un aumento del tipo de interés sin riesgo produce un descenso del valor del activo subyacente y al mismo tiempo reduce el valor actual del precio del ejercicio.

Los dividendos repartidos por el activo subyacente también afectan el valor de la opción.

El efecto de dichas variables sobre los dos tipos de opciones indica que si la variable aumenta el valor de la opción también lo hace y si disminuye, esta también lo hará.

Existen un par de excepciones:

- a) El tiempo hasta el vencimiento no siempre aumenta el valor de la opción real a causa del valor temporal de la corriente de flujos a los que se renuncia y la amenaza de la competencia.
- b) Pueden existir diferentes fuentes de incertidumbre y de volatilidad que influyen en el valor de la opción y que tomadas en conjunto no siempre lo aumentan

1.3. LOS PROYECTOS DE INVERSION COMO OPCIONES REALES

Cuando se valoran los proyectos de inversión se realiza una prevención de los flujos de caja que promete generar en el futuro y se procede a calcular el valor actual con el objetivo de poder compararlo con el desembolso inicial que implica la realización del proyecto.

VAN: Valor actual neto es el criterio mas acorde al objetivo general, es la maximización del valor de la empresa, ya que indica cuando aumentara de valor la empresa si realiza el proyecto que se esta valorando.

Es necesario tener en cuenta que cuando se realiza un proyecto de inversión bajo la óptica de la valoración del VAN, se realiza una serio de supuestos que afectan el resultado.

La limitantes del VAN surgen por que este es un método desarrollado inicialmente para la valoración de bonos sin riesgo, y que también se extendió a los proyectos de inversiones reales.

El valor global de un proyecto de inversión en la actualidad, VAN total, mientras que Van básico clásico el valor actual neto:

Valor total= VAN básico VA (opciones implícitas)

La valoración de las opciones reales es más importante cuando:

- a) Existe una gran incertidumbre donde el equipo directivo puede responder flexiblemente a la nueva información, las opciones reales carecerían de valor puesto que serian inútiles.
- b) El valor del proyecto está próximo al lumbral de su rentabilidad, si el VAN es muy grande el proyecto se realizará, si es muy negativo el proyecto será desechado si hacer caso al valor de la flexibilidad.

1.4. OPCIONES EXCLUSIVAS VERSUS OPCIONES COMPARTIDAS

Si el proyecto tiene mucho riesgo una vez iniciado el inversor puede tener pérdidas si se da un escenario pesimista, para evitar esto se puede contemplar una opción de compra de tal forma que solo se invierta dinero en el proyecto cuando haya constancia de que los flujos de caja van a crecer. Pero para hacer esto es necesario esperar un cierto tiempo con el objetivo de ver como evoluciona la demanda potencial del producto o servicio del proyecto, a esta espera se le conoce como opción de definir y como toda opción es costoso.

En conclusión, un aumento del valor de la opción de definir la inversión no significa que aumente el deseo de realizar el proyecto, puesto que el aumento del riesgo reduce el deseo de invertir y potencializa el valor de esperar como se decantan los acontecimientos futuros.

El motivo de renuncia de la opción de definir:

- a) Las opciones son compartidas
- b) El VAN del proyecto es alto
- c) Los niveles de riesgo y de tipo de interés son bajos
- d) Hay una gran competitividad en el sector

1.5 LAS OPCIONES REALES COMO UNA FILOSOFIA

Los componentes de esta filosofía son:

- a) Los derechos contingentes.
- b) La valoración de las opciones reales se alinean con el mercado financiero.
- c) Diseño y gestión de inversiones estratégicas.

ROA: Análisis de las opciones reales. El ROA puede llevar a recomendar decisiones diferentes a las aconsejadas por el conocimiento económico.

CAPITULO 2

2.1. LA VALORACION DE LAS OPCIONES REALES

La mayoría de los costos financieros se basan en dos principios:

- a) Valoración neutral al riesgo.
- b) La ausencia de arbitraje.

La historia de la valoración de opciones comienza con el trabajo de Fisher Black y el premio Nobel de Miron Sholes.

A partir del trabajo de Black Sholes se han investigado diferentes modelos de valoración que se intentan aplicar a activos subyacentes específicos.

Los modelos de valoración se pueden dividir en dos enfoques:

- 1. Modelos analíticos que se plantea en tiempo continuo y suelen ser extensiones de modelos B-S.
- 2. Modelos que exigen la utilización de algoritmos de cálculo numérico.

2.2. UNA PRIMERA APROXIMACION AL VALOR TEORICO DE UNA OPCION

EL valor teórico de una opción es el valor esperado de los beneficios actualizados que la acción puede proporcionar.

Los modelos que se usan en los mercados de opciones, por muy sofisticados y complejos que parezcan, utilizan exactamente los mismos principios. Donde radica la dificultad de la valoración es en la definición de la evolución de los precios del subyacente y sus correspondientes probabilidades.

2.3. UN METODO SIMPLE: EL MODELO BINOMIAL

2.3.1 APLICACIÓN PARA OPCIONES DE COMPRA EUROPEAS.

El modelo binomial, propuesto por Cox-Ross Rubinstein, parte del cumplimiento de las siguientes hipótesis:

- Eficiencia y profundidad de los mercados.
- Ausencia de costos de transacción.
- Es posible comprar en descubierto sin límite.
- Los activos son perfectamente divisibles.
- Se puede prestar y tomar prestado al mismo tipo de interés.
- Todas las transacciones se pueden realizar de forma simultánea.
- El precio del activo subyacente evoluciona según un proceso binomial multiplicativo.

2.3.2. EXTENSIÓN A N PERIODOS

La valoración de la opción admite dos caminos.

En el primero de ellos, se calcula los valores intrínsecos de la opción al final de los n periodos, y por procedimiento recursivo se calcula el valor de la opción en cada nudo del diagrama.

2.4. EL MODELO DE BLACK –SCHOLES

2.4.1. DERIVACIÓN DEL MODELO A PARTIR DEL MODELO BINOMIAL

El modelo Black-Scholes se puede derivar directamente de forma análoga al modelo binomial construyendo una cartera de arbitraje y calculando en condiciones de equilibrio el valor de la CALL o de la PUT. La derivación del

modelo exige utilizar el cálculo diferencial, lo cual complica la comprensión de dicho modelo.

2.4.2 LAS HIPÓTESIS DEL MODELO BLACK-SCHOLES

El modelo Black-Scholes parte de hipótesis similares al modelo de Cox-Ross-Rubinstein sobre el funcionamiento del mercado y añade algunos supuestos particulares sobre la evolución del precio del subyacente. Las hipótesis de base son las siguientes:

- El mercado funciona sin fricciones, existen costos de transacción, de información ni impuestos y los activos son perfectamente divisibles.
- Las transacciones tienen lugar de forma continua y existe plena capacidad para realizar compras y ventas en descubrimiento sin restricciones ni costos especiales.
- Los agentes pueden prestar y endeudarse a una misma tasa r , que es el tipo de interés a corto plazo expresada en forma de tasa instantánea y que se supone conocida y constante en el horizonte de valoración de las opciones.
- Las opciones son europeas y el subyacente no paga dividendos en el horizonte de la valoración.
- El precio del subyacente sigue un proceso continuo estocástico de evolución de Gauss-Wiener definido por:

$$dS/S = Uxdt + desviación dz$$

Representado dS la variación de S en el instante dt , U la esperanza matemática del rendimiento instantáneo del subyacente, su desviación típica y dz un proceso estándar de Gauss-Wiener.

Este rendimiento instantáneo tiene dos componentes:

- Udt , de naturaleza constante

- Desviación, de naturaleza aleatoria.

En otros términos se supone que el rendimiento instantáneo del activo subyacente, o si se quiere, las variaciones relativas del precio subyacente siguen distribución normal con parámetros μ (media) y σ^2 (varianza).

Por lo anterior, una cuestión fundamental es que para poder aplicar el modelo Black-Sholes y algunas extensiones que es el rendimiento instantáneo aproxime su distribución a una distribución normal.

El modelo Black-Sholes y sus extensiones son el modelo mas complicado propuestos, pero de mayor utilización efectivo en el mundo financiero real.

2.5. LOS MODELOS DE VALORACION EN LA PRÁCTICA. COMPARACIÓN ENTRE LOS DOS ENFOQUES DE LA VALORACION.

Entre el modelo binomial y el modelo Black-Sholes, existe un conjunto de parámetros de fácil obtención, pero otros que no son directamente observables de la información disponible sobre los mercados financieros.

Para opciones reales el modelo binomial es de mayor aplicación al adaptarse mucho mejor a la casuística de este tipo de opciones en comparación con la dificultad de aplicar el Black y Sholes.

2.6. MODELO DE SIMULACION MONTECARLO

Se suele utilizar cuando una valoración de opciones no existen formulas cerradas como las formulas de Black-Sholes. Fue introducida por Boyle en 1977. Se puede utilizar en su gran mayoría para valoración de las opciones tipo europeo y para otras llamadas opciones exóticas o con estructura de resultados diferentes a la de las europeas o americanas.

Este método se usa para simular un conjunto muy grande de procesos estocásticos. Las valoraciones se realizan en un mundo de riesgo neutral, es decir, descontamos el valor de la opción a la tasa libre de riesgo. La hipótesis de partida del modelo es que el logaritmo natural del activo subyacente sigue un proceso geométrico browniano.

2.7. VALORACION DE LAS OPCIONES REALES

Una primera aproximación a los problemas de la valoración de las opciones reales es adaptar la metodología de valoración de opciones financieras para valorar opciones reales utilizando la analogía de variables que aparecen en la siguiente tabla.

<u>Opción call sobre acción</u>	<u>Opción real</u>
Precio acción	Valor actual de los flujos de caja esperados
Precio del ejercicio	Costo de Inversión
Vencimiento	Plazo hasta que la oportunidad desaparece
Incertidumbre precio de la acción	Incertidumbre del valor del proyecto
Tipo de interés libre de riesgo	Tipo de interés libre de riesgo

CAPITULO 3

3.1. OPCIONES REALES: Tipos.

La mayoría de los negocios tienen varias opciones reales pero no siempre es fácil identificarlas o valorarlas.

Para su valoración utilizaremos el método binomial por ser mucho más didáctico y, en muchos casos, el mejor para el propósito buscado.

Los tipos de opciones reales que vamos a estudiar se pueden clasificar en tres grupos.

1. Diferir/Aprender: Para diferir, un proyecto proporciona a su propietario el derecho a posponer su realización durante un tiempo. Esto le permite aprovecharse de la disminución de la incertidumbre, lo que en si puede ser muy valioso. La opción de aprender, le proporciona a su propietario la posibilidad de obtener información a cambio de un costo determinado.
2. Inversión/Crecimiento: La opción de crecimiento permite al propietario adquirir una parte adicional del mismo a cambio de un costo adicional. La opción de intercambio, permite al propietario el derecho de intercambiar productos, procesos o plantas. La opción de ampliación del alcance permite apalancar un proyecto realizado en un sector determinado para que pueda ser aplicado en otro.
3. Desinvertir/Reducir: La opción de reducir da al propietario el derecho de renunciar a una parte del proyecto a cambio de un ahorro en costos. La opción de intercambio hacia abajo permite elaborar una estructura de costos más liviana y a unos activos más flexibles para responder a un cambio adverso en la demanda. La opción de reducción del alcance permite reducir e incluso abandonar cuando el potencial del negocio se reduce o desaparece. La opción de cierre temporal permite al propietario del proyecto el derecho de abandonar de forma temporal la explotación de un proyecto o inversión. La opción compuesta es aquella que cuando se ejerce, genera otra opción al mismo tiempo que un flujo de caja.

3.2. LA OPCIÓN DE DIFERIR UN PROYECTO.

La opción de diferir un proyecto de inversión proporciona al propietario del mismo la decisión de posponerlo durante un plazo de tiempo determinado. Esta opción es muy valiosa en proyectos donde una empresa tiene derechos exclusivos para invertir y va perdiendo valor conforme las barreras de entrada desaparezcan. Debido a que la opción anticipada implica renunciar a la opción

de diferirlo, el valor de esta última actúa como un costo de oportunidad, justificando la realización de un proyecto solo cuando el valor actual de los flujos de caja excede el valor actual del desembolso inicial por un valor igual al valor de la opción de diferirlo:

VA Mayor a A + opción de diferir entonces VAN básico mayor a Opción de diferir.

El valor de esta opción es reducir la incertidumbre sobre el comportamiento del valor del activo subyacente en el futuro próximo, de tal manera que se valora la posibilidad de realizar el proyecto en la fecha de vencimiento de la opción o por el contrario la abandona definitivamente.

Otra punto importante es considerar el costo de atrasar la realización de un proyecto. Así si usted espera un año en realizar un proyecto, usted ganara si el valor de el asciende (no perderá si desciende) pero perderá un año de protección contra la acción de la competencia y además perderá los flujos de caja que hubiese recibido al final del primer año. Para calcular este costo en términos relativos, nos basaremos en la relación entre el valor actual del flujo de caja del próximo periodo y el valor actual del proyecto en el momento inicial:

Costo del retraso = $VA(\text{Flujo de caja próximo periodo})/VA_0$

Esta opción la practicamos todos cada vez que optamos por “ver y esperar” antes de tomar una decisión porque consideramos que nos falta información.

Ejemplo:

La empresa biopharmaLab SA tiene la oportunidad de invertir 450 millones de euros en la fabricación de un fármaco LypoGen al tener la posibilidad de hacerlo con los derechos para producirlo en exclusiva durante los siguientes 8 años. El propietario de la patente le concede un plazo de un año para decidirse a adquirirla o no, pero este derecho no es gratis, sino que cuesta 40 millones de euros.

El equipo directivo ha realizado un flujo de caja del proyecto suponiendo que comenzase a producirlo ahora mismo. El resultado de este estudio es que en el año 9 ha comenzado a actuar pero se espera que el mercado se estabilice en el siguiente año, de tal manera que en el año 10 se supone que el flujo de caja será constante e igual a 50 millones de euros.

En el momento de hacer el estudio la tasa de interés libre de riesgo a largo plazo es del 5%, se supone que la prima de riesgo del mercado es del 5,5% y que el coeficiente de volatilidad beta del activo en cuestión es del 2%. Por lo tanto la tasa de descuento:

$$K_o = 5\% + (5,5\% \times 2) = 16\%.$$

El valor actual medio de flujo de caja (VA) es igual a 406,71 millones de euros, lo que significa que:

$$VAN = -450 + 406,71 = - 43,29 \text{ millones de euros.}$$

A la vista de este resultado, los directivos deciden no realizar ahora mismo el proyecto y se plantean la posibilidad de aplazarlo por un año. Obtiene que la desviación típica de VA es del 55,84%.

Vamos a utilizar el modelo binomial y para ello se estima que el coeficiente de ascenso del valor actual del activo subyacente es $U = 1,748$ mientras que el coeficiente de descenso es D igual a la inversa de U , ósea, $D = 0,572$. Por otra parte el interés sin riesgo anual es igual al 5,127%. Con estos datos podemos obtener el valor de la probabilidad actual al riesgo de que el valor actual de VA ascienda.

$$P = 0,408. \text{ Mientras que la probabilidad de descenso es } p = 0,592$$

Con esta información ya podemos realizar el árbol binomial sabiendo que el $VA+$ puede llegar en un año a ser de 710,93 millones de dólares, mientras que si desciende puede llegar a ser $VA-$ de 232,64 millones. Pero estos valores suponen un flujo de caja de 10 millones de euros pero como no se van a

realizar el proyecto hay que quitarles el costo de rastreo, por tanto el VA+ final es de 695,86 millones de euros y el VA- final es de 227,71.

Dentro de un año el costo de realizar el proyecto habrá subido por lo menos la tasa libre de riesgo por lo tanto:

$$A1 = 450 \times 1,05127 = 473,07 \text{ millones.}$$

Con este escenario y si en VAN en el primer año aumenta a 695,86 millones la empresa decidirá hacerlo pero si disminuye a 227,71 no lo hará.

Con los datos obtenidos en el árbol binomial de las ganancias obtenidas en el primer año: 222,79 millones con VAN+ y 0 con VAN- decimos:

$$\text{VAN1 total es } 222,79 \times 0,408 + 0 \times 0,592 = 90,9 \text{ millones.}$$

$$\text{El VAN total actual es: VAN total} = 90,9 / 1,05127 = 86,47 \text{ millones de euros.}$$

Como quiera que el valor real de la opción a esperar es de 86,47 millones de euros y la penalidad de la patente es de 40 millones de euros, es evidente que se pagara el precio y se esperara acontecimientos para decidir si ejerce su opción de inversión al final del primer año o si renuncia al proyecto.

3.3. LA OPCIÓN DE APRENDIZAJE

Es el precio que se debe pagar por adquirir información y dar una respuesta mas acertada. En el caso de la explotación petrolera es interesante esperar para ver si el precio del crudo asciende para proceder a extraerlo pero también debemos conocer le tamaño del pozo lo que hace que debamos invertir recursos. Acá en este ejemplo choca la opción de aprendizaje versus la opción de diferir. Esto se llama la opción arcoíris.

Vamos ha analizar el siguiente ejemplo para aclarar el valor de la opción de aprendizaje.

La compañía juguetera Easyjuegos SA esta analizando un proyecto de inversión consistente en producir un perro robot que implica un desembolso

inicial de 350.000 euros. Según sus cálculos el valor actual del proyecto tiene 3 posibilidades:

Optimista VAo = 500.000 euros con una probabilidad del 30%.

Mas probable VAo = 400.000 euros con una probabilidad del 40%

Pesimista VAo = 300.000 euros con una probabilidad del 30%.

Por lo tanto el VA del proyecto será igual a:

$$VA = 500000 \times 0,3 + 400000 \times 0,4 + 300000 \times 0,3 = 400.000 \text{ euros.}$$

El VA medio esperado = $-350.000 + 400.000 = 50.000$ euros. La compañía realizara el proyecto pero debe ser consciente de que hay un 30% de posibilidades de perder 50.000 euros.

Si la realización de prueba para recoger información de demanda y precio tiene un costo de 9.000 euros y con ella se deduce que se obtendrá un VAN positivo, las pérdidas de la empresa habrán sido únicamente de 9.000 euros y no de 50.000 euros.

3.4. OPCION DE CRECIMIENTO O DE AMPLIAR UN PROYECTO

Esta opción proporciona a su propietario el derecho de adquirir una parte adicional del mismo a cambio de un costo adicional.

La opción de ampliar una escala productiva puede ser estratégicamente importante de cara a posibilitar a una compañía la capitalización de las futuras posibilidades de crecimiento. Esta opción, que solo será ejercida cuando el comportamiento futuro del mercado se vuelva claramente favorable, puede hacer que un proyecto de inversión aparentemente desaconsejable tenga un valor positivo. En este caso el ROA muestra que la inversión inicial crea la oportunidad de crecer en el futuro lo que llevará a cabo si dicha inversión inicial funcionará bien.

Estas opciones son secuenciales que enlazan distintas fases de crecimiento y de expansión y al mismo tiempo que perseveran la flexibilidad directa para acometer la fase siguiente dependiendo de las condiciones imperantes del mercado.

Las variables claves de este tipo de opción son:

- a) El valor del activo subyacente es el valor actual de los flujos de caja que genera el proyecto inicial.
- b) La variación del valor del activo subyacente proporciona el valor de la varianza.
- c) El precio del ejercicio es el desembolso inicial en que se incurre para desarrollar el proyecto adicional.
- d) El periodo del tiempo del que se dispone para ejercer la opción en su vida.
- e) Hay n costo de oportunidad por esperar a ejercer la opción de ampliar una vez que esta es viable, este costo puede ser los flujos de caja que se pierden mientras no se ejerce la opción o un costo impuesto a la empresa mientras este no se decida.

Hay tres casos en los que el ROA es realmente útil para analizar opciones de crecimiento:

1. Adquisiciones de tipo estratégico.
2. Investigación y desarrollo.
3. Proyectos multietapa

3.4.1 ADVERTENCIA SOBRE LAS OPCIONES DE CRECIMIENTO

Hay tres preguntas claves que deben ser contestadas:

1. ¿En qué medida es necesaria la realización del proyecto inicial para poder acometer el proyecto siguiente?
2. Posee la empresa un derecho exclusivo sobre la inversión de expansión?, o ¿el proyecto inicial proporciona una ventaja competitiva tal que posibilita la realización del proyecto siguiente?
3. ¿La ventaja competitiva es sostenible? Esto dependerá del tipo de competencia y de la propia naturaleza de la ventaja competitiva.

3.5. LA OPCION PARA REDUCIR UN PROYECTO

Proporciona a su propietario el derecho de renunciar a una parte del mismo a cambio de un ahorro adicional. De tal manera, que si las condiciones del mercado resultasen ser peores que las esperadas, la compañía podría operar con menor capacidad productiva e, incluso, podría optar por reducirla en un porcentaje determinado, lo que le permitiría ahorrar parte de los desembolsos iniciales previstos.

3.6. OPCIÓN DE ABANDONO

Abandono es considerado por el autor como el derecho que tiene el propietario de la opción de vender, liquidar ó cerrar un proyecto a cambio de un precio fijado en las `cláusulas de escape` que se caracterizan por dar forma a este tipo de opciones.

La aplicación de este tipo de opciones se asocia también a las inversiones que hacen algunos capitalistas, en donde se fragmentan sus inversiones para tener la opción de abandonar en diferentes momentos de la ejecución del proyecto, reduciendo su riesgo y margen de pérdidas.

Igualmente, este modelo de opción se utiliza como estrategia de aumento de ventas en algunos sectores productivos sobre todo donde existen altos riesgos por parte del cliente y productos finales costosos por parte del vendedor. De

esta forma se ofrecen a sus clientes opciones de abandono de los contratos de suministro de bienes y servicios, creando flexibilidad operativa para el dueño de la opción y una maniobra de riesgo en el mediano y largo plazo para la empresa que otorga esta opción. Un ejemplo claro de este tipo de negociaciones se presentan en el sector aéreo, donde las aerolíneas negocian con los fabricantes este tipo de opciones dado el alto costo del producto final.

CAPITULO 4

LA DETERMINACION DE LA VOLATILIDAD EN LAS OPCIONES REALES

4.1. INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE VOLATILIDAD

En las opciones reales la velocidad en el cambio de los precios del activo subyacente, representa la volatilidad.

Los mercados cuyos precios se mueven lentamente son de baja volatilidad, por el contrario los mercados cuyos precios se mueven a gran velocidad son de alta volatilidad.

Un principio bien importante saber⁴ es que solo tienen éxito las opciones cuyo activo subyacente tienen un mínimo de volatilidad.

En un mercado eficiente, la variación de precios será totalmente aleatoria y se producirá únicamente cuando aparezca nueva información y dicha aparición, también es aleatoria.

Cuando los precios siguen un paseo aleatorio, se demostró que la distribución estadística de los mismos se aproxima a una distribución normal, es decir la volatilidad se puede asociar a la desviación típica de los precios del activo subyacente, lo cual supone que los precios se distribuirán del siguiente modo:

Según la hipótesis del mercado eficiente, el valor esperado en la variación de precio es 0 ya que si el mercado es eficiente y se tiene toda la información del

mismo hasta el día de hoy, el mercado estimara que la variación más probable del precio es la no variación es decir 0.

La hipótesis que se realiza sobre las variaciones del activo subyacente en el modelo Black Sholes es que las variaciones se comportan como una distribución logarítmica normal. Las consecuencias de esta hipótesis son dos:

- a. El modelo Black Sholes valora más la opción de compra que la de venta, aunque ambas estén fuera de dinero en la misma proporción.
- b. La conveniencia de estimar la volatilidad de los activos subyacentes en términos logarítmicos.

4.2. LA ESTIMACIÓN DE LA VOLATILIDAD

4.2.1 LA VOLATILIDAD HISTÓRICA.

Una primera aproximación es analizar cuál ha sido la volatilidad en el pasado. A la volatilidad de un subyacente calculada según series históricas de sus precios se le denomina volatilidad histórica.

Si por ejemplo la volatilidad en el pasado ha estado entre el 15 y el 20%, será mas probable que se mantenga en este rango a que suba a un 30%

El rendimiento periódico del subyacente se calcula a partir de la expresión:

La utilización de algoritmos convierte la variación de precios en una tasa de rentabilidad continua que como sabemos es la más apropiada para los modelos de valoración de opciones.

Si nuestros cálculos de volatilidad histórica se van a utilizar para analizar opciones de vencimiento a tres meses, es aconsejable estudiar la volatilidad del periodo anterior y los anteriores también en lapsos de tres meses.

4.2.2 LA VOLATILIDAD IMPLÍCITA

Esta se obtiene invirtiendo los modelos de valoración, en el sentido que la incógnita será la volatilidad y la prima de la opción será un dato.

La volatilidad implícita refleja las expectativas del mercado sobre la volatilidad del activo subyacente hasta el vencimiento de la correspondiente opción, por lo que también se le ha denominado volatilidad del mercado.

4.2.3 LA VOLATILIDAD FUTURA

La volatilidad que realmente nos interesa es la volatilidad futura, es decir la volatilidad que va a tener el activo subyacente durante la vida de la opción. Esta volatilidad debe tener relación con la histórica y la implícita pero no tiene porque coincidir.

4.3. LA VOLATILIDAD EN EL CASO DE LAS OPCIONES REALES

Lo complejo de esta valoración es que rara vez se tiene un historial de la volatilidad ya que son proyectos nuevos lo mismo pasa con la volatilidad implícita.

Por ejemplo si vamos a trabajar en un proyecto de biotecnología, la volatilidad histórica de las acciones de las empresas del sector cotizadas en el NASDAQ o en el mercado europeo sirven de referencia para este nuevo proyecto. En este sentido las empresas comparables, cuyos datos vamos a utilizar, se deben basar en buscar la mayor proximidad de:

- a. El tamaño de la empresa.
- b. Las características de los productos y servicios.
- c. El nivel de apalancamiento financiero y operativo del proyecto.

4.3.1 EJEMPLO.

El proyecto consiste en la explotación de una determinada materia prima en el horizonte de cinco años. La variable crítica para la volatilidad del proyecto es la variación del dólar frente al peso. Supongamos por facilidad una tendencia alcista del dólar frente al peso de un 10% anual y una volatilidad también del 10% anual.

Otros datos que debemos considerar son los siguientes:

Inversión inicial: 8 millones de pesos.

Tasa de descuento: 5%.

Precio año 1 materia prima: 25\$/Kg.

Crecimiento precios: 5% anual.

Gastos iniciales (año 1): 16 millones de pesos.

Crecimiento gastos: 8% anual.

Ventas anuales año 1: 700.000 kgs.

Crecimiento ventas años posteriores: 10% anual.

Para calcular la volatilidad del proyecto debemos calcular la desviación típica del rendimiento del proyecto.

Por simplicidad estimamos la TIR modificada de una tasa equivalente a la tasa de descuento del 5%. Esta tasa equivale a la tasa r que iguala los dos términos de la ecuación:

Siendo:

V_0 = La inversión inicial.

T = plazo en años del proyecto.

V_t = Valor final del proyecto.

La desviación típica de r es un buen estimador de la volatilidad anual del valor del proyecto inicial para utilizar posteriormente cualquier modelo de valoración de opciones.

Utilizando el simulador de Montecarlo @RISK observamos que la desviación típica analizada del rendimiento del proyecto es del 22,9%. Dado que el factor inductor de volatilidad es la variación del dólar y este tiene una volatilidad del 10% nos indica que el factor de sensibilidad e para este proyecto es de 2,29 veces aproximadamente.

4.4. LA INFORMACIÓN OBTENIDA A PARTIR DE LA OPINION DE EXPERTOS

En múltiples oportunidades es imposible obtener información histórica o de proyectos o empresas comparables que nos permitan estimar la volatilidad. En estos casos la única información disponible es la opinión y la estimación de los directivos y expertos internos y externos de la empresa.

Tal como plantean Copeland y Antikarov a partir de las estimaciones de los expertos se puede aproximar la volatilidad subyacente si asumimos algunas funciones de distribución típicas para el variable objeto de previsión.

4.4.1 EJEMPLO

En un proyecto de biotecnología se ha considerado que la variable crítica es el volumen de ventas que a partir de 20 millones de euros se estima que en un escenario más probable crecerá a una tasa de 25% en los próximos 5 años. Consultando a los especialistas médicos, ellos estiman que el supuesto más optimista las ventas se multiplicaran por 10 en los próximos 5 años. Es decir la volatilidad estimada por los expertos médicos es del 23,48%

Con esta información y considerando los siguientes parámetros:

Solo consideramos 5 años de vida del proyecto sin valor terminal.

Tasa de descuento del 10%

El flujo de caja anual equivale al 20% del volumen de ventas.

Las ventas del 1 año son una variable aleatoria que crece un 25% del valor inicial de 20 millones de dólares y con una desviación típica del 23,48%. A partir del segundo año las ventas siguen un movimiento browniano.

Inversión inicial de 30 millones de dólares.

Utilizando el método de Montecarlo se obtuvo que el proyecto no sería realizable ya que nos da un VAN de -218,357 dólares.

Pero que ocurre si tenemos una opción de ampliación a partir del tercer año que nos permita de una inversión adicional de 15.000.000 dólares, duplicar los flujos de caja en los años 4 y 5?

En este caso y utilizando el simulador de Montecarlo se obtiene un VAN de 3.827.398 dólares lo cual obviamente permite la realización del proyecto.

CAPITULO 5

VALORACION DE EMPRESAS: LAS ACCIONES Y LAS OPCIONES DE CRECIMIENTO

5.1. LAS ACCIONES ORDINARIAS COMO OPCIONES

Mercantilmente hablando un accionista es el dueño de la compañía, sin embargo si esta tiene deudas se puede decir que mientras los acreedores no vean satisfechos sus derechos tienen una prelación sobre el activo, por lo que podemos decir que es suyo temporalmente o si la empresa no se hace cargo de sus obligaciones es suyo definitivamente.

Desde el punto de vista financiero se puede considerar que las acciones ordinarias vienen a ser una opción de compra sobre los activos de la compañía. La idea es que mientras la fecha del ejercicio el activo valga más que el

endeudamiento, la acción subirá. En caso de quiebra la acción tomara un valor nulo.

En el ejemplo de que un grupo de estudiantes de último año de administración decidan colocar un negocio y para tal fin deban endeudarse en 1 millón de pesos con un interés del 10% anual, es evidente que el negocio tendrá éxito si los flujos de caja son positivos ya que se puede devolver la deuda con sus respectivos intereses, en caso contrario los acreedores no recuperaran la totalidad de su dinero ni sus intereses y por supuesto los accionistas no recibirán nada.

Esto equivale a decir si transcurrido un año el valor de dicho negocio supera al precio del ejercicio los alumnos ejercerán su opción y se quedaran con el después de pagar a los acreedores, en caso contrario, los alumnos renunciaran a adquirirlo y lo poco o mucho que quede se lo quedaran los acreedores.

Contemplando las acciones ordinarias como opciones de compra podemos decir:

ACCIONES ORDINARIAS = VALOR ACTUAL DE LA EMPRESA – VALOR ACTUAL DE LA DEUDA CON RIESGO

Por otra parte:

VALOR ACTUAL DE LA DEUDA CON RIEZGO = VALOR ACTUAL DE LA DEUDA SIN RIEZGO – OPCION DE VENTA.

Ya que desde el instante en que hay un nivel de riesgo, la posibilidad de cobrar menos o de no cobrar existe, por lo tanto el valor de mercado de la deuda tendra a descender para corregir ese riesgo. La diferencia pues entre la deuda con riesgo y sin el, esta dada por la opción de venta del activo de la empresa

Teniendo en cuenta esto y gracias a la parida pull-call podemos decir:

ACCIONES ORDINARIAS = VALOR ACTUAL DE LA EMPRESA +OPCION DE VENTA – VALOR ACTUAL DE LA DEUDA LIBRE DE RIESGO.

Para hallar el valor actual del valor de venta únicamente tenemos que despejar:

$OPCION DE VENTA = ACCIONES ORDINARIAS - VALOR ACTUAL DE LA EMPRESA + VALOR ACTUAL DE LA DEUDA LIBRE DE RIESGO.$

O reordenado:

$VALOR ACTUAL DE LA EMPRESA - ACCIONES ORDINARIO = VALOR ACTUAL DE LA DEUDA LIBRE DE RIEZGO - OPCION DE VENTA$

Para nuestro ejemplo anterior de los alumnos que montan su negocio y utilizando el modelo Black y Sholes nos da un valor de las acciones ordinarias:

Valor acciones ordinarias = 351,36 pesos.

Valor actual de la deuda = 761,14 pesos.

Tasa de descuento Nominal = 44,52%. Quiere decir que una tasa de 10% equivale a un riesgo mucho menor.

5.2. LA UTILIDAD DEL MODELO BLACK AND SCHOLES EN LA PRACTICA

La mayor limitante del método en mención es cuando hay opciones compuestas y es necesario calcular dentro del periodo total a desarrollarse el proyecto varias veces el valor de la opción. Para estos casos es mejor utilizar el método binomial.

5.3 APALANCAMIENTO FINANCIERO, RIESGO Y CALIFICACIÓN

Analizaremos en este aparte como existe disparidad entre la calificación del riesgo de insolvencia basada en la razón de endeudamiento y la basada en la diferencial de rendimiento indicativa del aumento del riesgo.

El objetivo es demostrar como el aumento del riesgo económico provoca dos efectos contrapuestos de cara a la calificación de riesgo. Por un lado hace caer

el valor de la deuda con lo que el coeficiente de apalancamiento disminuye impulsando su calificación al alza y por otro lado hace aumentar el rendimiento exigido por los acreedores reflejando el mayor riesgo de insolvencia lo que hace caer la calificación de riesgo.

Veamos esto con el siguiente ejemplo:

Valor del activo subyacente = 3 millones de euros.

Valor del precio de ejercicios = 1,3986 millones de euros.

Tiempo = 5,95 años.

Tipo sin riesgo = 4%

Valor de la opción de compra (Fondos propios) = 2 millones de euros.

Desviación típica utilizando el modelo de Black and Sholes = 36,87% anual.

Supongamos que esta empresa tiene un riesgo económico menor, equivalente al 20%. Con estos los fondos propios y sus deudas bajarían lo que implicaría una tasa de rendimiento del 4,18%, esto implica un diferencial de 0,18% y una razón de apalancamiento de 36,5%. Obsérvese que con respecto al primero la calificación debería ser AAA, mientras que por la razón de apalancamiento debería tener una calificación A.

Si por el contrario suponemos que el riesgo subiese al 50%, el valor de los fondos propios y de las deudas subirían lo que implica una tasa de rendimiento del 8,26% con un diferencial de 4,26% que equivaldría a una calificación BB. Por otro lado la razón de apalancamiento debería ser igual al 29% rentabilidad que representa una calificación A+.

5.4 EL VALOR DEL CRECIMIENTO ESPERADO

El valor de toda empresa o el valor de sus activos se pueden descomponer en dos partes:

- a. El valor generado por la rentabilidad que actualmente obtiene la empresa por sus inversiones.
- b. El valor actual de las oportunidades de crecimiento de la compañía (VAOC). Una forma actual de calcular el VAOC son las opciones reales. Para ello se supone que un inversor adquiere el derecho de comprar la empresa por su valor V_e , durante el plazo de tiempo en el que se espera que la empresa tenga un rendimiento sobre el capital invertido (ROIC) superior a K_o . Para valorar dicha opción supondremos que tanto el valor actual del activo subyacente (S) como el precio del ejercicio (X) son iguales en V_e . El tiempo (t) durante el que se puede ejercer la opción será aquel en el que se espera que ROIC sea mayor a K_o . La desviación anual de los rendimientos del activo subyacente es (s). Por último el tipo de interés libre de riesgo será el que impere a lo largo del periodo de vida de la opción de crecimiento.

Una vez calculado el VAOC procedemos a sumarlo al V_e y con ello obtendremos el valor teórico del activo de la empresa. A este le restaremos el valor actual de mercado de las deudas con objeto de obtener el valor teórico de los fondos y a su vez, a este lo dividiremos por el número de acciones emitidas con objeto de obtener el valor teórico de una acción.

Veámoslo con el siguiente ejemplo:

Letera SA es una empresa editorial y multimedia que este año ha anunciado un beneficio antes de intereses e impuestos igual a 37 millones de euros. Los intereses de las deudas ascienden a 12,3 millones de euros lo que representa un costo de endeudamiento del 9,3% antes de impuestos; el tipo impuesto marginal es el 35%. La variabilidad del valor estable se estima en un 33,7% anual. El costo del capital medio ponderado de esta empresa es del 10,36%, mientras que el tipo de interés sin riesgo a largo plazo de 4,5% en este instante. Los analistas estiman que dentro de 5 años el ROIC debe ser igual al costo de capital promedio ponderado. Con esta información se trata de averiguar cual es el valor de la empresa, cual es el valor de los fondos propios

y cual es el valor de las acciones sabiendo que Letera tiene emitidas 11,5 millones de acciones.

El BAIDT o EBITA es de 24,05 millones de euros.

$V_e = \text{BAIDT}/K_o = 232,143$ millones de euros.

El valor de S es igual al valor de X que es igual a 232,143 millones de euros.

La volatilidad del V_e es igual a 33,7% anual.

El tiempo de crecimiento extraordinario es de 5 años.

El tipo de interés sin riesgo es de 4,5%.

El valor del VAOC, aplicando la expresión de Black y Sholes es igual a 87,26 millones de euros.

El valor teórico de la empresa es igual a:

$V = V_e + \text{VAOC} = 232,142 + 87,26 = 319,403$ millones de euros.

El valor de mercado de la deuda es igual a $12,3 \text{ millones de euros} / 0,093 = 132,26$ millones de euros. Luego el valor teórico de los fondos propios (FP) es:

$\text{FP} = 319,403 - 132,26 = 187,143$ millones de euros.

El valor unitario de las acciones es igual a $187,143 \text{ millones de euros} / 11,5 \text{ millones de acciones} = 16,27$ euros.

5.4.1 Adaptación del modelo a empresas de alto crecimiento.

Una de las limitaciones del método de valoración que acabamos de comentar estriba en que el VAOC calculado de la forma mostrada nunca puede ser superior al valor estable V_e . Sin embargo hay empresas cuyo valor descansa fundamentalmente en sus acciones de crecimiento más que en sus activos o en su valor estable, por lo que el modelo anterior infravalora su valor. Esto nos obliga a calcular el VAOC estimando directamente el valor de las opciones de crecimiento que posee la empresa en exclusiva.

Así por ejemplo imaginemos que una empresa tiene un EBITA de 10 millones de euros y un costo de capital del 10%, su valor estable será de 100 millones de euros. Esta empresa posee una opción de crecimiento valorada en 140 millones de euros. Por lo tanto, el valor de la empresa será de 240 millones de euros.

5.5. EL USO DE LAS OPCIONES REALES PARA COMPROBAR EL REALISMO DEL PRECIO DEL MERCADO DE LA EMPRESA

Vamos a utilizar el ejemplo de Amazon para esta valoración.

En febrero de 2000 Amazon cotizaba a US\$64 por acción lo que implica una capitalización por mercado de unos US\$22.000 millones de dólares..

Aplicando el modelo de Black and Sholes con un valor de activo subyacente de 100, un precio de 133,33, una volatilidad de 100%, un plazo de 2 años y un tipo sin riesgo del 5% anual. El valor de esta opción de compra es igual a 47,5. Este valor es el 47,5% del valor del activo subyacente. Por tanto, si según el mercado el valor de la opción de crecimiento de Amazon es igual a 10.000 millones de dólares, el valor del activo subyacente es:

$$S = 10.000/0,475 = 21.000 \text{ millones de dólares.}$$

Y si S vale 21.000 millones entonces X debe valer:

$$X = 21.000/0,75 = 28.000 \text{ millones de dólares.}$$

Así, el mercado está valorando como si Amazon pudiera invertir 28.000 millones de dólares en el término de 2 años. Será esto razonable? De verdad esta Amazon en condiciones de invertir 28.000 millones de dólares dentro de dos años?

CAPITULO 6

6.1 LIMITACIONES DE LA VALORACIÓN DE ACTIVOS A TRAVÉS DE OPCIONES REALES

- 1) Para la valoración de opciones financieras se debe tener siempre una cartera que replica los flujos de caja producidos por la opción sin esta el modelo no es aplicable.
- 2) En el caso de opciones reales no hay volatilidades históricas medibles del subyacente por se eso se debe suponer que la volatilidad del subyacente es conocida.
- 3) El ejercicio de las opciones financieras es inmediato cosa que en muy pocas ocasiones ocurre con las opciones reales.
- 4) El activo subyacente de las opciones financieras es cotizado, es decir tiene un precio continuo, en las opciones reales ocurre lo contrario, se debe estimar un precio normalmente suponiendo que el valor actual de los flujos de caja descontados refleja lo que debería ser el precio del mercado del activo.
- 5) El plazo hasta el ejercicio de la opción a veces no es muy claro en el caso de opciones reales.
- 6) Las opciones reales solo tienen valor en determinados supuestos muy restrictivos, es decir, de nada sirve que la competencia también pueda ejercer la opción como por ejemplo reducir costes o entrar en un mercado genérico.

A pesar de estas limitaciones es importante tener en cuenta la valoración a través de opciones reales porque al evaluar y comprender los proyectos se pueden tomar decisiones no solo cuantitativas sino que se puede analizar y reflexionar sobre algunos factores adicionales que determinan su valor junto con el valor que le da el descuento de flujo de caja.

*Diferentes formas de valoración a través de opciones reales:

La opción de Ampliar:

Para valorar un proyecto con esta opción se debe establecer que el valor del activo subyacente el valor del proyecto sin flexibilidad, estimado a través del descuento de flujos de caja. El modelo binomial de valoración precisa desarrollar el árbol binomial del subyacente y valorar la opción con las condiciones conocidas de riesgo neutral. De esta forma el valor total de un proyecto será:

Valor del Proyecto: Valor del proyecto sin flexibilidad + Valor de la opción de ampliar

La existencia de este tipo de opciones puede tener gran importancia estratégica a la hora de medir el valor generado de un proyecto de inversión. Aparecen con frecuencia en proyectos y decisiones de inversión como:

- 1) Construcción de plantas con exceso de capacidad.
- 2) Compra de suelo para desarrollo futuro.
- 3) Pequeñas implantaciones en nuevos mercados en crecimiento.

Como se ha visto los proyectos se analizan y valoran como una opción de compra, que puede ser americana o europea, sobre el valor incremental del negocio una vez realizada la inversión.

La opción de Abandono:

En este tipo de opciones se protege al inversor de pérdidas mayores cuando la resolución de la incertidumbre del proyecto resulta desfavorable. Suelen aparecer cuando existe un mercado de segunda mano para los activos utilizados en la explotación cuando el valor de los activos en liquidación es superior al del conjunto del negocio en explotación.

Como se ha visto se analizan como una opción de venta de tipo americano o europeo, donde el precio de ejercicio es el valor de venta de esos activos.

La opción de diferir:

Este tipo de opciones aparece cuando retrasar el comienzo del proyecto mejora su valor económico. La existencia de costes de oportunidad muy altos o de una competencia muy intensa puede reducir sensiblemente el valor de la opción.

Se analizan y valoran como una opción de compra normalmente americana sobre la diferencia de valor por el retraso.

La opción de intercambiar modos de operar (Switching option):

La existencia de este tipo de opciones otorga al propietario de la misma la opción de alterar el proceso productivo o de generación de negocio, con un coste fijo. Sería el caso de salir y volver a entrar en un negocio, o la de cerrar temporalmente una planta, o la de producir con procesos alternativos.

Se analiza y valora como una combinación de opciones de venta y de compra, es decir, se abandona una forma de operar (opción venta) a cambio de operar de otra forma (opción compra).

La opción de reducir escala (option contract):

Esta opción resulta muy valiosa cuando se opera en mercados desconocidos y con alta incertidumbre, ya que reduce sustancialmente el riesgo del proyecto.

Se analiza y valora como una opción de venta sobre la parte del proyecto que se reduce, con un precio del ejercicio igual al ahorro de costes que se puede producir con la reducción.

Interacción de opciones. Principio de no actividad:

Los proyectos de inversión pueden incluir varias opciones reales al mismo tiempo, que interactúan y que pueden potenciarse o anularse parcialmente.

Ahora bien, no puede decirse que el valor aportado por la combinación de varias opciones es igual a la suma de los valores aportados por las opciones por separado. Tan solo opciones de naturaleza distinta (Call frente a put), en la

medida en que son del mismo tipo (americanas o europeas) y tienen un plazo de ejercicio similar, pueden aproximadamente sumar sus valores.

CAPITULO 7

7.1 OPCIONES REALES Y PRACTICA EMPRESARIAL II

En este capítulo se continúa aplicando un enfoque para estimar el valor de mercado de las fuentes de financiación en una empresa (deuda y recursos propios) y para el caso de las opciones compuestas (opciones sobre opciones).

7.2. EL USO DE LA TEORIA DE OPCIONES PARA VALORAR FUENTES DE FINANCIACION

En el ámbito de la empresa la posibilidad de valorar fuentes e instrumentos financieros se hará sobre la base de la siguiente ecuación:

Valor de la opción de compra de los accionistas sobre el valor de la empresa, con precio de ejercicio igual a los pagos anuales de la deuda.

+ Valor actual de la deuda sin riesgo

-Valor de la opción de venta de los accionistas sobre el valor de la empresa con precio de ejercicio igual a los pagos de la deuda.

(Valor del riesgo)

En este modelo se supone que los accionistas tienen dos opciones básicas:

- a) Adquirir definitivamente la empresa si esta es capaz de hacer frente a los pagos debidos de la deuda.
- b) Abandonar el negocio si su valor en un momento dado es inferior al valor de los pagos a realizar a la deuda.

El análisis a través de la teoría de opciones nos dirá cual es el valor de equilibrio de la deuda asumida, es decir el que compensa al banco del riesgo de crédito o de insolvencia del negocio financiado.

7.3 LAS OPCIONES SOBRE OPCIONES (COMPOUND OPTIONS)

Son aquellas opciones en las que el activo subyacente es otra opción. Pueden ser de tipo secuencial, en las que el ejercicio de una opción genera otra opción, o de tipo simultáneo, cuando una es la subyacente de otra.

Este tipo de opciones pueden aparecer en los proyectos con una inversión secuencial y que pueden ser interrumpidos. Por ejemplo, inversiones en reservas de recursos naturales, inversiones en proyectos de construcciones con largos plazos de ejecución, etcétera.

En las opciones compuestas de tipo simultáneo no hay inversiones secuenciales, por lo que una opción no origina otra. Es decir, el subyacente de la opción es otra opción, que son independientes entre si y coexisten desde el principio.

CAPITULO 8

8.1. VALORACIÓN DE LAS ACCIONES TECNOLÓGICAS

El autor plantea el debate que existe sobre la metodología que se debe utilizar para valorar las acciones tecnológicas, en especial las que están ligadas al negocio de internet. La falta de generación de dividendos y beneficios hace que las metodologías actuales no se puedan aplicar, por cuanto estos datos hacen parte de la estimación de los flujos de caja y en general de las valoraciones financieras de las empresas. La *nueva economía* plantea la inexistencia de datos históricos para estimar nuevos modelos de rendimientos y

los que existen no presentan correlación por la gran cantidad de acciones tecnológicas que existen en el mercado.

8.2. SOLUCIONES DE VALORACIÓN

Para solucionar este problema de estimación, los autores plantean diferentes escenarios y posibilidades

- Una primera aproximación a la valoración es la utilización de la metodología de `múltiplos de empresas comparables`
- Brealey y Myers definen que el precio de la acción es el valor capitalizado del promedio de los beneficios con una política de no crecimiento sumado a un `valor actual de las oportunidades de crecimiento VAOC`. Si se cambia el sentido de este VAOC por el `valor actual de las opciones de crecimiento` de la acción, automáticamente se tiene un modelo de valoración compatible con los modelos de descuento de flujo de caja.
- Anram y Kulatilaka, exponen el tema de la incertidumbre de los valores futuros de las acciones tecnológicas, ya que demuestran rangos amplios en sus estimaciones actuales. Bajo el esquema de las opciones reales la incertidumbre no reduce el valor del activo, al contrario lo valoriza a diferencia del punto de vista tradicional.

8.3. OPCIONES REALES Y VALORACIÓN DE OPCIONES DE CRECIMIENTO

Como mencionábamos al iniciar este capítulo, las acciones de crecimiento (asociadas a la nueva economía) impiden la utilización de modelos existentes. Para corregir este inconveniente los autores citan algunos enfoques que se podrían considerar como modelo para estimar el valor de este tipo de empresas.

El primer enfoque plantea la utilización de toda la metodología de simulación del modelo de Monte Carlo ya que este se utiliza hoy en día para el cálculo de opciones no convencionales y para estimar los riesgos del mercado.

8.4. MODELO SCHWARTZ Y MOON

Sin embargo es el modelo de Schwartz y Moon, el que se utiliza dado que es un modelo probado en la valoración de empresas de internet. Estos autores plantean una serie de ecuaciones diferenciales y otras determinísticas para modelar el comportamiento de una empresa de la nueva economía

Esta ecuación modela las siguientes variables:

- Asignan una ecuación estocástica diferencial a la evolución de los ingresos
- Flujos de caja en función de la tasa efectiva del impuesto sobre el beneficio que tienen las sociedades
- Los costos son modelados a través de ecuaciones determinísticas como parte de simplificación del modelo
- Se plantea la ausencia de depreciaciones
- Se tuvieron en cuenta las pérdidas acumuladas en el pago de impuestos
- Se plantea la ausencia de dividendos

Este modelo otorga la posibilidad de obtener el valor de la compañía y también su volatilidad. Las funciones del comportamiento pasado de las variables se modelan adecuadamente a través de simulaciones de Montecarlo. La aplicación práctica se realizó a tres empresas del sector de internet de Europa. Entre las conclusiones más importantes del análisis está que no se debería hablar de precios objetivos según la metodología clásica del descuento de flujos de caja debido a la sensibilidad de los parámetros utilizados. De esta forma es más objetivo elaborar matrices de sensibilidad y no precios objetivos.

Se puede concluir por otro lado, que los mercados pueden realizar una valoración ajustada de las opciones de crecimiento que hay en el sector de la nueva economía, a cambio de la utilización de complejos modelos de estimación. Esto debido a que los valores obtenidos después de la estimación se acercaban a las referencias que estas empresas tenían en el mercado financiero real.

Finalmente se concluye que las acciones de este tipo de empresas son muy sensibles a las variaciones de los parámetros relativos a la volatilidad de la tasa de crecimiento de largo plazo. Adicionalmente los parámetros como al volatilidad, el tiempo y las tasas de interés afectan al precio de la acción.

CAPITULO 9

9.1. LAS OPCIONES REALES EN EL SECTOR INMOBILIARIO

Como en otros aspectos, la adaptación de la teoría de valoración de opciones financieras a la valoración de oportunidades de inversión con alta incertidumbre y flexibilidad, como lo es el mercado inmobiliario, se hace presente y con muy buenos resultados. Sin embargo los autores reconocen los problemas teóricos que estas adaptaciones han tenido en campos diferentes a los de las finanzas. Esto tiene que ver principalmente porque la valoración `riesgo neutro` de la opción en relación con el activo subyacente no permite replicar la opción con una cartera de acciones y bonos. A continuación se presentan varias aplicaciones al sector inmobiliario.

9.2 INMUEBLES Y OPCIONES REALES

Existen similitudes entre el propietario de un inmueble y el dueño de un activo financiero:

- Producción de rentas con su consecuente valoración económica
- Mercado donde se negocia bienes y servicios

Estas similitudes permiten aplicar la teoría de opciones a análisis de los derechos y obligaciones que se dan en el mercado inmobiliario.

9.2.1. EL VALOR DEL SUELO COMO OPCIÓN

El valor de la tierra o suelo, aparece como el primer foco de atención para la aplicación de esta metodología para ser determinado como una opción. El autor expone el siguiente ejemplo para mostrar algunas características de este bien:

Un edificio es arrendado por \$40.000, el valor de mercado si la proporción del arrendamiento es del 6%, será de \$666.667, la construcción tiene un costo de \$500.000 por lo tanto el valor del terreno será de \$166.666. Con una variación del 10% en el valor del arrendamiento, automáticamente el valor del suelo se incrementa más que proporcionalmente de este valor, llegando a un aumento del 40%. Estos retornos sobre el suelo permiten asimilarlo con los de una opción de compra. El activo subyacente sería el valor de mercado del edificio cuyo precio sería igual al costo de su construcción (\$500.000).

La venta del suelo puede ser diferida para lograr la máxima rentabilidad del suelo. La opción de compra (suelo) va acompañada de una opción de diferir. Estos son las características que le permiten a las opciones reales diferenciarse de las formas tradicionales de valoración, aumentando los elementos disponibles para la toma de decisiones.

Los autores proponen el siguiente ejemplo de cómo la utilización de la metodología de opciones reales le permite a un inversionista crear más valor al poder diferir la venta del proyecto.

Existe un promotor inmobiliario que tiene la oportunidad de adquirir un terreno para vender viviendas unifamiliares en un periodo de 5 años. El inversionista quiere determinar el precio que puede pagar obteniendo una rentabilidad adecuada en términos del riesgo en el que esta incurriendo. Los siguientes son los datos para el modelo binomial multiperiodo:

METROS: 370	\$/METRO: 2104	\$ DE MERCADO DE LA VIVIENDA: 778311
VOLATILIDAD : 32%	Rj = 3%	$\mu = 1,37713$
$D = 0,726$	$P = 0,467$	$Q = 0,533$

De acuerdo al árbol binomial del modelo se determinan dos aspectos:

- Los valores de la vivienda unifamiliar
- Los valores del suelo (opción de compra).

Luego de analizar por años el resultado del árbol binomial, se tienen las siguientes conclusiones:

- En el cuarto año el valor de la opción, será el valor del subyacente (valor de mercado de la vivienda) menos el precio de ejercicio (costo de la construcción para ese año).
- En uno de los escenarios previstos para el año 3 el valor de la opción ejercida será mayor que el valor de la opción viva.
- De acuerdo a la metodología de las opciones, el terreno tendría un valor de 408.737, mientras que la metodología del valor residual obtiene un precio de 406.962.

Esta diferencia de casi 2000 lleva no solo a un precio superior sino a la conclusión de que es mejor esperar que vender inmediatamente. Como se han mencionado en varias ocasiones, ni el VAN ni el método de valor residual ofrecen la posibilidad de crear más valor aplazando la venta. El valor de diferir depende fundamentalmente de la volatilidad, y para el caso de este ejemplo se ha tomado un valor muy alto (32%).

Aplicar este método de opciones reales debe reconocer que el activo subyacente sobre el que se posee la opción, aun no existe, por lo tanto no es posible formar una cartera que replique exactamente los flujos de caja de la opción. El planteamiento de esta teoría permite valorar la opción en relación al valor de mercado actual del activo subyacente independiente de cuales sean las expectativas de rendimiento.

Otra de las aplicaciones de la metodología de las opciones reales al sector inmobiliario tiene que ver con la opción de abortar una venta de un proyecto durante la fase de construcción. Esta le otorga a su propietario la facultad de parar las obras e inversiones, si la situación se agudiza durante el proceso de construcción. La visualización por año y por escenarios, le permite al inversionista de proyectos arriesgados como los costeros, reflexionar sobre continuar con la obra.

9.2.3. CONDICIONES CONTRACTUALES ANALIZADAS COMO OPCIONES

Dentro de contratos inmobiliarios de arrendamiento se tienen los siguientes factores como determinantes para adaptar la teoría de las opciones.

- La opción de resolver anticipadamente el arriendo de vivienda: en esta se tienen en cuenta las condiciones básicas como los son las de la duración y la actualización del canon, todo esto regulado por la ley. El asunto radica en la limitación que existen para el aumento de la renta, ya que esta atada al aumento del IPC. Esto impacta la valoración de la vivienda como inmueble de renta. Existe entonces, una pequeña pérdida de valor por parte del propietario dadas las imposiciones legales que existen en este negocio.
- La opción de prorrogar: esta opción se da con más frecuencia en la práctica, aunque con valores diferenciados de las opciones, ya que existe una ventaja por parte del propietario de aprovechar el entusiasmo de continuidad del arrendatario.

- Opciones creadas por la adquisición de un inmueble para el desarrollo de un negocio: de acuerdo a la pregunta frecuente de si es mejor comprar un local o arrendarlo, la opción se determina aquí básicamente por la disponibilidad financiera de adquirir el local, diversificación, ya que no existe correlación del negocio como tal con el valor del local.

9.3 FINANCIACIÓN INMOBILIARIA Y OPCIONES

Los pasivos empresariales pueden analizarse como opciones ya que existe una posibilidad de que los accionistas adquieran estas obligaciones y participen con un mayor porcentaje de la empresa o simplemente dejen estas obligaciones a los acreedores incumpliendo las obligaciones financieras. La opción de cesar los pagos financieros se ejercerá, cuando el valor empresarial sea inferior a los pagos debidos a la deuda.

Existe como en los anteriores modelos dificultades en el procedimiento de estimación, para este caso, radica en la dificultad de estimar parámetros que midan el valor empresarial (activo subyacente de las opciones), y la varianza de este valor.

9.4 OPCIÓN DE CIERRE TEMPORAL

Esta opción permite ahorrar costos cuando los flujos de efectivo no cubren los costos variables que se generan cuando se ponen en marcha los proyectos, que a diferencia de la opción de abandono, en ésta, existe la posibilidad de volver a iniciar las actividades. Esta opción se utiliza en los negocios inmobiliarios donde existe una gran estacionalidad y volatilidad de los retornos, por ejemplo el sector hotelero y los demás relacionados con el ocio y la afluencia de turistas.

Mediante la consideración de un ejemplo de construcción y explotación de un hotel, se obtienen los siguientes comentarios.

- Se estima el valor del proyecto sin la opción de cerrarlo temporalmente
- Luego se calcula la opción de cierre, lo cual presume que el valor estimado anteriormente debe ser mayor si se contempla esta opción. En cualquier momento durante los primeros tres años de ejecución del proyecto, existirá la opción de cierre siempre que los ingresos sean menores que los costos variables mínimos. Para esto es fundamental tener clara la estructura de costos y gastos fijos y variables del proyecto.
- Así como existe la opción de cierre, también existe también un efecto similar que es el de disminuir la actividad a la espera de mejoras en el entorno si necesidad de detenerlo totalmente.
- Adicional a la aplicación de metodologías como la de opciones, éstas se deben complementar con otras como el VAN, ya que ambas se pueden complementar e enriquecer. El VAN calcula e valor sobre la base de los costos de oportunidad, las expectativas de crecimiento y en ocasiones, el riesgo sistemático, las opciones aportan el efecto del riesgo total y de la flexibilidad en distintos escenarios apoyado con los conocimientos del funcionamiento teóricos de los mercado de capitales.

CAPITULO 10

10.1 LA GESTION DE LAS OPCIONES REALES

El principal flujo de caja producido por las opciones reales proviene de la flexibilidad asociada a la propia opción porque permite aumentar su valor una vez adquirida. Esto surge por que los negocios, en realidad, se caracterizan por un numero limitado de jugadores que interactúan entre si, cada uno de los

cuales puede influir y aumentar el valor de las diferentes opciones propias como ajenas.

La dirección de la empresa puede generar el valor antes de ejercerlas, haciendo que su valor sea mayor que el precio pagado por ellas, también puede generar valor actuando sobre variables básicas que influyen de las siguientes formas:

1. Aumentando el valor actual de los cobros futuros esperados.
2. Reduciendo el valor actual de los pagos futuros esperados.
3. Aumentando la incertidumbre de los flujos de caja esperados.
4. Aumentado la vida de la opción.
5. Reduciendo el costo de oportunidad no ejercer la opción.

Lo siguiente es estudiar de las anteriores variables son las mas idóneas para aumentar el valor de la opción.

Por lo tanto, la cuestión de que variable utilizar es sencillamente un problema de restricciones externas o internas sobre las operaciones de la empresa. También se verán afectadas por factores específicos del proyecto de inversión.

Se clasifican por esto las opciones en tres categorías, a saber:

4. Opciones con prioridad alta.
5. Opciones con prioridad media.
6. Opciones con prioridad baja.

Se debe notar que el mayor beneficio de contemplar los proyectos de inversión bajo la óptica de las opciones reales, es precisamente, la forma de enfocar dicho análisis, que es totalmente distinta a la utilizada en el método del valor presente neto.

Hay cuatro formas en las que la aplicación del análisis de las opciones reales (ROA) a cada posibilidad de inversión mejora las estrategias de una empresa:

1. Resaltando las oportunidades.
2. Aumentando el apalancamiento.
3. Maximizando los derechos.
4. Minimizando las obligaciones.

10.2. LA UTILIZACION DE LAS OPCIONES REALES

La utilización de esta metodología ha aportado una mayor comprensión en la formulación de las decisiones sobre la conveniencia o no de acometer un proyecto de inversión, pero su implantación ha creado varios problemas, mucho de los que no se han solucionado satisfactoriamente.

10.2.1. LA SIMPLIFICACIÓN DE PROYECTOS COMPLEJOS

La mayoría de los problemas con opciones reales pueden ser descompuestos en una o varias opciones simples. Una guía útil al simplificar consiste en buscar la incertidumbre más importante sobre la que los directivos toman una decisión. En algunos casos la resolución de una pequeña serie de incertidumbres determinará el resultado y podemos tomar alguna decisión sin conocer el proyecto en su totalidad.

Otro enfoque consiste en construir simplificaciones tales que el proyecto resultante pueda valorarse y sea dominante y dominado en relación con el proyecto real.

10.2.2 COMPROBAR LOS MODELOS Y LAS DISTRIBUCIONES

Las distribuciones de los rendimientos de los activos subyacentes en el caso de las opciones reales no siempre siguen una distribución de tipo lognormal tal y como exige el modelo de valoración de Black-Sholes. Una aproximación a este problema es estudiar el sesgo que tiene la distribución simplificada con relación

a la distribución real e interpretar el resultado como un límite, superior o inferior, del valor actual del proyecto.

10.2.3 LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Cuando tenemos que valorar un proyecto complicado lo simplificamos lo suficiente como para verlo como una opción de compra europea y lo valoramos a través de las tres variables clásicas; posteriormente se vuelve a añadir algo de complejidad de cara a realizar un análisis de sensibilidad, que nos ayudara a comprender cuales son las principales variables que gobiernan su comportamiento. Es necesario realizar algunas valoraciones lógicas para asegurar que los resultados y la sensibilidad con relación a la variación de los parámetros están en línea con la racionalidad económica.

10.2.4 CUANDO LA UTILIZACIÓN DEL ROA NO ES ADECUADO

El ROA realiza una serie de supuestos que debe ser tenidos en cuenta al instante de aplicarlo aun caso real porque se puede incurrir en errores graves si dichos supuestos no se pueden utilizar en dicho caso.

Uno de los supuestos del ROA es que las incertidumbres relevantes siguen un proceso de recorrido aleatorio, y por esto, son imprevisibles.

10.2.5 LA INTRODUCCIÓN DE LAS VARIABLES EQUIVOCADAS EN EL MODELO ADECUADO

Es vital comprender que es lo que influye en el valor de la opción en cualquier modelo del ROA para poder optimizar la decisión a tomar. Es necesario comprobar la sensibilidad del modelo y comprender como los errores en las variables pueden sesgar el análisis.

10.3 PORBLEMAS AL APLICAR EL ANALISIS DE OPCIONES REALES

10.3.1 LAS POSIBILIDADES DE ARBITRAJE CUANDO EL ACTIVO SUBYACENTE NO SE NEGOCIA ACTIVAMENTE

La teoría de la valoración de opciones se basa en que es posible construir una cartera que replique los flujos de caja generados por la opción a valorar, lo que se realiza adquiriendo el activo subyacente y prestando o endeudándose al tipo de interés sin riesgo. Por esto implica que el activo subyacente es negociado activamente en el mercado, lo que no suele ocurrir con los activos reales, por lo que el arbitraje tampoco podrá unificar los precios de las opciones reales y su cartera replica.

Los únicos supuestos económicos necesarios para legitimar la aplicación del ROA son:

1. El mercado financiero esta libre de arbitraje y es complejo.
2. El nuevo proyecto no es tan grande como para alterar el consumo agregado.

10.3.2 LA VARIANZA NO ES CONOCIDA, SI LO ES, VARIA CON EL TIEMPO

Como obtener la varianza del rendimiento medio esperado del activo real subyacente:

1. Si se dispones de los datos del comportamiento de algún proyecto similar realizado en el pasado puede tomarse la varianza de sus flujos de caja como base para el caculo del valor del riesgo del nuevo proyecto.
2. Pueden diseñarse una serie de posibles escenarios futuros del comportamiento de flujos de caja del proyecto, asignarles unas probabilidades de ocurrencia a sus valores actuales, y de aquí derivar el

valor de la varianza de sus rendimientos, que sería la que se tomaría como representativa del proyecto a valorar.

3. Utilizar la varianza del valor de las empresas similares del mismo sector que cotizan la bolsa.
4. El coeficiente de volatilidad y el riesgo total está positivamente correlacionados en una gran muestra de activos operativos.

10.3.4 EL EJERCICIO NO ES INSTANTÁNEO

La suposición de que el ejercicio de la opción es instantánea es un supuesto básico de los modelos de valoración de opciones financieras, supuesto que no es cierto en muchas opciones reales, porque el ejercicio puede implicar realizar algunos desembolsos y operaciones que implican varios años. Por lo tanto las opciones reales no se benefician de la incertidumbre en sí, sino solo de la flexibilidad para responder a la incertidumbre futura.

6. CONCLUSIONES

Dentro de los métodos financieros tradicionales, el VPN es el mas adecuado y completo de todos, ya que permite involucrar distintas variables financieras y macroeconómicas dentro de un análisis relativamente sencillo dando un criterio de decisión mucho mas afinado.

Sin embargo el VPN tiene dos problemas claves: no considera la flexibilidad empresarial (supone que la gerencia no hará ajustes a la medida que se presenten los escenarios); y el segundo que no considera la alternativa de posponer la inversión y considera que la inversión es irreversible e impostergable.

Es recomendable que para hacer un mejor uso de las opciones reales, el gerente del proyecto o las personas involucradas tengan un alto grado de experiencia y conocimiento del mercado en donde se realizara la inversión.

El método de análisis financiero del VPN y las opciones reales no son excluyentes, por el contrario, permiten utilizar los criterios financieros mas adecuados y complementarlos con la información que disminuirá la incertidumbre y el riesgo.

Dependiendo del proyecto, las opciones reales se pueden convertir en una prueba piloto, en donde el gerente o encargado de evaluar el proyecto puede tomar ventaja de la información que este análisis le proporcione.

Se recomienda el uso de las Opciones reales en conjunto con el método de VPN para la evaluación de cualquier proyecto de inversión, ya que de esta forma se evitara dejar de invertir en proyectos que si son rentables con Opciones Reales y no con el VPN o también se puede optimizar el VPN en proyectos con VPN positivo.

Es importante reconocer que la volatilidad en el precio de un activo o acción es el ingrediente principal que mueve el interés de todos los inversionistas. Si no

hay volatilidad no hay interés, el precio no cambia y el dinero se va a buscar oportunidades en mercados o activos volátiles.

Antes de las opciones reales no existe un método que midiera y proyectara la desviación o el cambio de la volatilidad de una manera tan aproximada, por lo que los que no manejen o ignoren esta herramienta están destinados a realizar sus inversiones con un nivel de riesgo muchísimo más alto.

Los mercados han asumido que la hipótesis que la valoración de los activos subyacentes se comportan según una distribución logarítmica normal y comparándola al comportamiento real se ve que no hay sesgos significativos.

La volatilidad histórica se basa es la información de cómo ha cambiado esta en el pasado. Es importante tener en cuenta que si vamos a analizar opciones de vencimiento cada tres meses debemos calcular la volatilidad histórica en periodos iguales para tener mayor fiabilidad en la información recolectada.

La volatilidad explícita refleja las expectativas que tiene un mercado sobre la volatilidad de un activo subyacente por eso también se llama volatilidad del mercado.

Para proyectos nuevos no poseen información para calcular la volatilidad histórica ni la explícita. En estos casos es importante recurrir a compañías del mismo sector donde podremos hallar su volatilidad histórica e implícita y tomarlas de referencia para calcular la volatilidad futura que es la que realmente nos interesa.

Una acción ordinaria de una empresa es en realidad una opción de compra y como tal, a dicha opción le podemos aplicar todos los criterios de análisis de Black and Sholes.

Una acción ordinaria es equivalente al valor actual de la empresa menos el valor actual de la deuda con riesgo. Esto quiere decir que debemos pagar primero a nuestros acreedores antes de que los inversionistas decidan recoger o reinvertir sus dividendos.

La opción de diferir proporciona al propietario del proyecto el derecho de posponerlo y así aprovecharse de la reducción de la incertidumbre.

El análisis de la opción real de diferir contrapone los potenciales beneficios de realizar el proyecto ahora contra las pérdidas que pueden ser evitadas si se espera a resolver la incertidumbre.

Las innovaciones tecnológicas afectan de manera negativa la opción de diferir ya que aceleran el comportamiento comercial y financiero obligando a tomar decisiones de manera más acelerada.

La opción de aprendizaje le proporciona al propietario la posibilidad de obtener información a cambio de un costo determinado. Se invierte dinero con el fin de acelerar la adquisición de información con el fin de reducir la incertidumbre.

La opción del aprendizaje depende de dos variables claves; la exactitud de la información recibida a través del aprendizaje con relación a los costos por obtenerla y el impacto del aprendizaje en la toma de decisiones.

Las técnicas o métodos cuantitativos y cualitativos para la toma de decisiones son una herramienta de gran apoyo a la gestión gerencial de una organización sobre todo en situaciones de gran incertidumbre.

Podemos determinar que las opciones reales están en Las opciones reales y financieras son una excelente estrategia a la hora de tomar riesgos, a través de ellas se pueden determinar factores que conllevan a tomar una decisión adecuada al momento de realizar una inversión.

Es de gran interés la importancia de la incertidumbre en la evaluación de proyectos de inversión. Esto puede obedecer a la volatilidad del entorno económico mundial actual que ha generado la necesidad de nuevos modelos de evaluación financiera de proyectos que integren los riesgos que esto genera.

Por ende, el inversionista de estos tiempos requiere de un análisis en cifras que sea flexible y dinámico, y que también ofrezca información estratégica para la toma de decisiones de inversión.

Vemos entonces que las opciones son una propuesta moderna a las Nuevas necesidades del inversionista de herramientas decisorias para la selección y evaluación de proyectos de inversión.

Dentro de este orden de ideas se ha demostrado que el uso de los métodos Black-Scholes, Binomiales y Montecarlo se utilizan dependiendo de el tipo de inversión que se quiere analizar, siendo el primero uno de los mas usados y sencillos, pionera de esta investigación que inicialmente fue aplicada para la valoración de opciones financieras ha demostrado resultados positivos en la aplicación de la misma a proyectos de Inversión del sector real.

Es importante señalar que de estos modelos se desprenden variables para determinar un posible precio de compra o venta, que ayuda a formular hipótesis de las viabilidades de la inversión en los mercados cambiantes en nuestra economía.

Podemos concluir también que las organizaciones con mayor capacidad de innovar, poseedores de tecnologías muy buenas y no tanto, son las que cuentan con mayores posibilidades de crecer y sobrevivir en mercados incompatibles y globales.

Todas partes en el momento de analizar una inversión, la idea es que se utiliza un conjunto de criterios financieros que obtengan un análisis derivado.

En el aspecto tecnológico nos deja enseñanzas para los mercados que se generan en las nuevas economías; es importante dejar claros los sistemas de

regulación para que los datos que se generen sean reportados con absoluta claridad, transparencia y velocidad, logrando así eliminar posibles especulaciones sobre activos tangibles o intangibles que a la larga terminan por generar crisis cuando se conocen los verdaderos valores de mercado.

Las opciones reales proporcionan un nuevo punto de vista válido, permitiendo ahora aprovechar la incertidumbre como un factor que incrementa el valor en la estimación del activo, rompiendo de cierta manera el paradigma que existe en el mercado el cual dicta que a medida que la incertidumbre aumenta el valor del activo disminuye.

El modelo de estimación conocido como Schwartz y Moon permite obtener no solo el valor de la compañía, sino también su volatilidad. Es por esta razón, que este modelo es utilizado para valorar las empresas de la nueva economía (proveedores de internet principalmente). Este modelo adapta la teoría de las opciones reales a la valoración de este sector económico.

El autor propone al final de la estimación del modelo, no hablar de precios objetivos como tal, sino más bien hablar de “precios de referencia”, debido a que existe convergencia en la valoración de acciones del sector de portales de internet.

Dadas las similitudes que existe entre la posesión de un inmueble y un activo financiero, es posible adaptar la teoría de las opciones reales al mercado inmobiliario. Estas similitudes se refieren a que los dos activos generan rentas, existe un mercado privado donde se negocian con liquidez y donde se establecen precios de mercado.

Los conceptos de opción de compra de los subsectores inmobiliarios (la tierra, arrendamientos) acompañados de opciones de diferir o aplazar, permiten tener nuevos factores de análisis que modelos tradicionales como el VAN no pueden captar. Esto le permite al inversionista flexibilizar su inversión y administrar eficientemente el riesgo.

En el mercado inmobiliario, el valor de diferir depende principalmente de la volatilidad. Es decir que para valores inferiores al 15%, diferir no tendría valor alguno.

De acuerdo a las características del mercado inmobiliario, el valor del suelo cambia rápidamente de valor en mayor medida que los cambios generados por el valor de las rentas. Es decir pequeños cambios en las rentas producen grandes variaciones en el valor del suelo. El activo subyacente es el precio de mercado de la edificación que ocupa el suelo.

Para el caso de los arrendamientos, la metodología de opciones reales propone diversos mecanismos para flexibilizar el mercado. Entre estos se encuentran la opción de resolver anticipadamente el contrato y la opción de prorrogar el contrato.

Es importante el valor concreto de las opciones, pero en el sector inmobiliario es de mayor importancia el hecho de determinar el valor de las variables que determinan el valor de las opciones (costos de cierre, flexibilidad de las estructuras, adaptación a nuevos escenarios), ya que este sector en ocasiones presenta rasgos de estabilidad para proyectos que requieren de largos plazos para sus ejecuciones.

7. BIBLIOGRAFIA

- Timothy A. Luehrman, artículo "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers" publicado en el HBR en Julio de 1998.
www.ucema.edu.ar/~alebus/riesgo/opreal.PPT.
- Darío Bacchini, Javier García-Fronti y Ezequiel Márquez
Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión
Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Buenos Aires
Av. Córdoba 2122 – 2º Piso – Capital Federal, Argentina
Febrero 2007.
- SUAREZ, Andrés S. Introducción. En:
<http://eprints.ucm.es/6820/1/0404.pdf>.
- NIVON, Alejandro. Quién es Louis Bachelier? En:
<http://labyrinthos.itam.mx/files/350.pdf>.
- KULATILAKA, Nalin, AMIAN, Martha (2000). Opciones reales: evaluación de inversiones en un mundo incierto. Ediciones Gestión 2000.
- MASCAREÑAS, Juan. LAMOTHE, Prosper. LOPEZ, Francisco. LUNA, Walterde (2004). Opciones reales y valoración de activos. Pearson Educación, Madrid.
- ROSILLO, Jorge. MARTINEZ, Clemencia (2004). Modelos de Evaluación de Riesgo en Decisiones Financieras. Departamento de Publicaciones, Universidad Externado de Colombia.

- GORDON, Alexander. SHARPE, William. BARLEY, Jeffrey (2003). Fundamentos de Inversiones: Teoría Y Práctica. Pearson Educación, México.
- www.hoadley.net/options

UNIVERSIDAD DE LA SABANA
INSTITUTO DE POSTGRADOS- FORUM
RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (R.A.I)

ORIENTACIONES PARA SU ELABORACIÓN:

El Resumen Analítico de Investigación (RAI) debe ser elaborado en Excel según el siguiente formato registrando la información exigida de acuerdo la descripción de cada variable. Debe ser revisado por el asesor(a) del proyecto. EL RAI se presenta (quema) en el mismo CD-Room del proyecto.

No.	VARIABLES	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE
1	NOMBRE DEL POSTGRADO	ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA COMERCIAL ENFASIS EN VENTAS
2	TÍTULO DEL PROYECTO	ANALISIS DOCUMENTAL DEL LIBRO OPCIONES REALES Y VALORACIÓN DE ACTIVOS
3	AUTOR(es)	JESUS ARMANDO BELLO TORRES RODRIGO CASTANEDA SONIA GARCIA JAIME MALDONADO
4	AÑO Y MES	DICIEMBRE DE 2010
5	NOMBRE DEL ASESOR(a)	PEDRO ÁNGEL DÍAZ
6	DESCRIPCIÓN O ABSTRACT	La acumulación de conocimientos y de desarrollos en el campo de las finanzas respecto de la valoración de los activos financieros, ha permitido el traslado de estas ideas al campo de la valoración de los activos reales. En este sentido, existe un campo académico que propone varias alternativas de adaptación para flexibilizar las decisiones que en materia de inversión tienen los proyectos hoy en día. El análisis documental de uno de los textos en español más importantes sobre la valoración de proyectos a través de la metodología de opciones reales, fortalece desde el campo académico, la adaptación de este modelo al caso colombiano. Igualmente permite crear un ambiente creativo que permite maximizar las posiciones frente a la toma de decisiones en proyectos de inversión de todos los campos económicos diferentes al financiero
7	PALABRAS CLAVES	OPCIONES REALES VOLATILIDAD RIESGO ACTIVOS FINANCIEROS ACTIVOS SUBYACENTES VPN RENTABILIDAD VALORACIÓN BINOMIAL BLACK-SCHOLES
8	SECTOR ECONÓMICO AL QUE PERTENECE EL PROYECTO	Sector financiero / Intermediación Financiera
9	TIPO DE ESTUDIO	Proyecto especial
10	OBJETIVO GENERAL	Analizar y resumir el desarrollo conceptual y práctico de los autores del mencionado libro "Opciones reales y valoración de activos" para los distintos casos en los que un proyecto se puede abordar cuando para las otras formas de valoración no son viables.
11	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Aportar al desarrollo del tema de Opciones Reales con un enfoque académico. • Desarrollar y exponer críticamente la propuesta de los autores. • Estructurar una posición frente a las posibilidades de desarrollo empresarial para el tema de opciones reales. • Facilitar el proceso de comprensión del significado de la teoría de opciones reales.

12	RESUMEN GENERAL	<p>La flexibilidad de reasignar recursos, vender el activo, invertir después, esperar y ver cómo se comporta la competencia e inclusive puede abandonar el proyecto. Dicha flexibilidad, no es tomada en cuenta en los modelos tradicionales, lo cual crea análisis erróneos y costos de oportunidad.</p> <p>La flexibilidad de reasignar recursos, vender el activo, invertir después, esperar y ver cómo se comporta la competencia e inclusive puede abandonar el proyecto. Dicha flexibilidad, no es tomada en cuenta en los modelos tradicionales, lo cual crea análisis erróneos y costos de oportunidad.</p> <p>Por lo tanto, la evaluación de proyectos que involucran algún grado de flexibilidad futura, opciones reales, no puede llevarse a cabo con las técnicas tradicionales del valor presente neto o tasa interna de retorno. En verdad, tales métodos pueden llevarnos a tomar decisiones incorrectas con respecto al momento óptimo de invertir en un determinado proyecto. Como sabemos, la regla tradicional del Valor Presente Neto (VPN) establece que debemos llevar a cabo un proyecto si el valor presente neto de los flujos de caja generados por éste es mayor que cero. Esta regla es óptima cuando la oportunidad de inversión es del tipo "ahora o nunca", o cuando el proyecto de inversión es "completamente reversible".</p> <p>Así mismo, la técnica de opciones reales, descubre que el valor de un proyecto de inversión, no viene únicamente de una gran cantidad de flujos de caja directamente atribuidos al proyecto; sino también de las oportunidades de crecimiento.</p> <p>Es decir, poseer una opción sobre un activo real que confiere a su propietario el derecho, y no la obligación, de llevar a cabo una acción determinada en el futuro.</p> <p>Los modelos tradicionales para la evaluación de proyectos y alternativas de Inversión, usan reglas tales como período de recobro de la inversión y técnicas de flujos de caja descontados, típicamente conocidas como Valor Presente Neto (VPN). Estos métodos, toman que el proyecto reunirá el flujo de caja esperado sin la intervención de la gerencia en el proceso. Toda la incertidumbre es mantenida en la tasa de descuento, la cual es ajustada de acuerdo al riesgo.</p> <p>Todos estos métodos son modelos estancados, ya que tácitamente suponen que las características básicas del proyecto no deben cambiar. La mayoría de analistas corporativos deben usar modelos probabilísticos para encontrar el promedio de retorno esperado, a medida que transcurre el tiempo. Además, esta metodología no incorpora la flexibilidad de la gerencia para hacer cambios. Si los resultados futuros no se dan como se espera, esta metodología asume que la gerencia continúa su curso normal, sin realizar alteraciones estratégicas.</p>
----	-----------------	--

13	CONCLUSIONES.	<p>Dentro de los métodos financieros tradicionales, el VPN es el más adecuado y completo de todos, ya que permite involucrar distintas variables financieras y macroeconómicas dentro de un análisis relativamente sencillo dando un criterio de decisión mucho más afinado.</p> <p>Sin embargo el VPN tiene dos problemas claves: no considera la flexibilidad empresarial (supone que la gerencia no hará ajustes a la medida que se presenten los escenarios); y el segundo que no considera la alternativa de posponer la inversión y considera que la inversión es irreversible e impostergable.</p> <p>Es recomendable que para hacer un mejor uso de las opciones reales, el gerente del proyecto o las personas involucradas tengan un alto grado de experiencia y conocimiento del mercado en donde se realizará la inversión.</p> <p>El método de análisis financiero del VPN y las opciones reales no son excluyentes, por el contrario, permiten utilizar los criterios financieros más adecuados y complementarlos con la información que disminuirá la incertidumbre y el riesgo.</p> <p>Dependiendo del proyecto, las opciones reales se pueden convertir en una prueba piloto, en donde el gerente o encargado de evaluar el proyecto puede tomar ventaja de la información que este análisis le proporcione.</p> <p>Se recomienda el uso de las Opciones reales en conjunto con el método de VPN para la evaluación de cualquier proyecto de inversión, ya que de esta forma se evitara dejar de invertir en proyectos que si son rentables con Opciones Reales y no con el VPN o también se puede optimizar el VPN en proyectos con VPN positivo.</p> <p>Es importante reconocer que la volatilidad en el precio de un activo o acción es el ingrediente principal que mueve el interés de todos los inversionistas. Si no hay volatilidad no hay interés, el precio no cambia y el dinero se va a buscar oportunidades en mercados o activos volátiles.</p> <p>Antes de las opciones reales no existe un método que midiera y proyectara la desviación o el cambio de la volatilidad de una manera tan aproximada, por lo que los que no manejen o ignoren esta herramienta están destinados a realizar sus inversiones con un nivel de riesgo muchísimo más alto.</p> <p>Los mercados han asumido que la hipótesis que la valoración de los activos subyacentes se comportan según una distribución logarítmica normal y comparándola al comportamiento real se ve que no hay sesgos significativos.</p> <p>La volatilidad histórica se basa es la información de cómo ha cambiado esta en el pasado. Es importante tener en cuenta que si vamos a analizar opciones de vencimiento cada tres meses debemos calcular la volatilidad histórica en periodos iguales para tener mayor fiabilidad en la información recolectada.</p> <p>La volatilidad explícita refleja las expectativas que tiene un mercado sobre la volatilidad de un activo subyacente por eso también se llama volatilidad del mercado.</p> <p>Para proyectos nuevos no poseen información para calcular la volatilidad histórica ni la explícita. En estos casos es importante recurrir a compañías del mismo sector donde podremos hallar su volatilidad histórica e implícita y tomarlas de referencia para calcular la volatilidad futura que es la que realmente nos interesa.</p>
14	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	<p>• Timothy A. Luenzmann, artículo "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the numbers" publicado en el HBR en Julio de 1998. www.ucema.edu.ar/~alebus/riesgo/opreal.PPT.</p> <p>• Darío Bacchini, Javier García-Fronti y Ezequiel Márquez Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Buenos Aires Av. Córdoba 2122 - 2º Piso - Capital Federal, Argentina Febrero 2007.</p> <p>• SUAREZ, Andrés S. Introducción. En: http://eprints.ucm.es/6820/1/0404.pdf.</p> <p>• NIVON, Alejandro. Quién es Louis Bachelier? En: http://labyrinthos.itam.mx/files/350.pdf.</p> <p>• KULATILAKA, Nalin, AMIAN, Martha (2000). Opciones reales: evaluación de inversiones en un mundo incierto. Ediciones Gestión 2000.</p> <p>• MASCAREÑAS, Juan. LAMOTHE, Prosper. LOPEZ, Francisco. LUNA, Walterde (2004). Opciones reales y valoración de activos. Pearson Educación, Madrid.</p> <p>• ROSILLO, Jorge. MARTINEZ, Clemencia (2004). Modelos de Evaluación de Riesgo en Decisiones Financieras. Departamento de Publicaciones, Universidad Externado de Colombia.</p> <p>• GORDON, Alexander. SHARPE, William. BARLEY, Jeffrey (2003). Fundamentos de Inversiones: Teoría Y Práctica. Pearson Educación, México.</p> <p>• www.hoadley.net/options</p>

Vo Bo Asesor y Coordinador de Investigación:

CRISANTO QUIROGA OTÁLORA

