

Valoración de un proyecto de inversión a través de opciones reales para una empresa colombiana del sector de telecomunicaciones*

Revista Soluciones de Postgrado EIA, Número 1. p.61-74. Medellín, enero de 2008

Lina María Salazar González**

* Artículo basado en el trabajo de grado exigido como requisito para obtener el título de Especialista en Finanzas Corporativas, Escuela de Ingeniería de Antioquia, julio de 2007. Director del proyecto: Santiago Giraldo Escobar.

** Economista, Especialista en Finanzas Corporativas, EIA. Imariasalazar@xm.com.co

Valoración de un proyecto de inversión a través de opciones reales para una empresa colombiana del sector de telecomunicaciones

Lina María Salazar González

Resumen

Los métodos tradicionales de descuento como el valor presente neto (VPN) no siempre expresan apropiadamente la flexibilidad de gestión de un determinado proyecto de inversión. Por lo general, la realización de los flujos futuros puede resultar diferente de lo que inicialmente se consideró; a medida que se obtiene nueva información y la incertidumbre sobre los flujos futuros se va resolviendo, es posible revisar la estrategia que se había propuesto llevar a cabo. Por ello, en este trabajo se expone la teoría básica de las opciones reales y su aplicación en la evaluación de estrategias de inversión para una empresa colombiana del sector de telecomunicaciones. Se hace hincapié en el influjo que tiene la flexibilidad en la formación de estrategias y en la toma de decisiones, considerando el impacto de la incertidumbre que rodea la empresa y que podría elevar su valor si contara con estructuras más flexibles.

Palabras Clave: Opciones reales, evaluación de proyectos, telecomunicaciones en Colombia.

Abstract

The traditional methods of discount as the net present value (NPV) not always express appropriately the flexibility of management of a determined investment project. Generally, the accomplishment of the future flows can be different from those were initially considered; when new information is obtained and the uncertainty on the future flows is solved, it is possible to review the strategy thought to carry it out. For that reason, in this work the basic theory of the real options and its application in the evaluation of investment strategies for a Colombian company of the telecommunications sector are exposed. It is insisted on the influence of the flexibility in the formation of strategies and the decision making, considering the impact of the uncertainty that surrounds the company and that could raise its value if it counted on more flexible structures.

Key Words: real options, project evaluation, Colombian telecommunications.

Valoración de un proyecto de inversión a través de opciones reales para una empresa colombiana del sector de telecomunicaciones

Lina María Salazar González

Revista Soluciones de Postgrado EIA, Número 1. p.61-74. Medellín, enero de 2008

Introducción

El presente trabajo pretende ampliar el concepto teórico de las opciones reales dentro del marco general de las opciones financieras y evaluar su impacto en la valoración de estrategias para la toma de decisiones de inversión en una empresa del sector de telecomunicaciones colombiano, que de ahora en adelante se denominará TELco (nombre supuesto).

Se hace hincapié en la exposición de los conceptos básicos, resultado de una exhaustiva búsqueda bibliográfica de los más recientes estudios sobre el tema, donde se permite determinar sus diferentes tipos, características y elementos diferenciadores, al mismo tiempo que los métodos de valoración, de forma que puedan ser aplicados en casos prácticos que sirvan para la toma de decisiones dentro de la empresa elegida. Del mismo modo, se revisan los conceptos de incertidumbre y riesgo y su grado de aplicabilidad a la empresa

TELco, intentando evaluar su impacto en la formación de estrategias, en la adquisición de activos de alta tecnología, proporcionando mecanismos alternos de inversión con la idea de contar con estructuras más flexibles que puedan adecuarse a mercados más globalizados.

Metodología

Para el desarrollo del presente proyecto se tuvo en cuenta toda la información recolectada sobre los diferentes tipos de opciones financieras, reales y métodos de valoración, con el fin de estimar, incorporando la incertidumbre, el momento oportuno de llevar a cabo la inversión. La ingeniería financiera fue la fuente principal para determinar la mejor opción y el momento más oportuno para la inversión. Su alcance está construido por medio de una investigación cuantitativa basada en el análisis de los modelos para valoración de proyectos de inversión.

Consideraciones generales de la Empresa TELco

La empresa TELco, dentro de su estrategia de expansión internacional, tiene la oportunidad de entrar al mercado de telecomunicaciones del Perú a través de un par de concesiones de redes de transmisión de energía eléctrica en cabeza de una de las principales compañías de telecomunicaciones del Perú. Estas redes superan los 5.400 km y cubren los principales centros urbanos en el norte y sur del Perú.

La operación de telecomunicaciones para constituir en el Perú tiene como objetivo participar del mercado portador tanto nacional como internacional. La razón de esto es que este mercado es análogo al mercado en el cual participa la empresa TELco en Colombia y permite capitalizar toda la experiencia obtenida en la prestación de estos servicios.

De ese modo, en este documento se presenta la sustentación y el análisis realizado para la implementación de una red de fibras ópticas en algunas de las regiones del Perú, la cual posibilita la estructuración de una operación de telecomunicaciones en ese país. Además, pretende aprovechar las oportunidades que se pueden presentar a los directivos de la empresa TELco, en su trabajo diario, que pueden añadir valor a su gestión. Esto equivale a averiguar dónde están estas opciones administrativas y valorarlas adecuadamente con los mo-

delos clásicos de la teoría de opciones reales.

Con la idea de introducir diferentes sensibilidades al ejercicio, se evaluó la posibilidad que tiene la empresa TELco actualmente, teniendo en cuenta que el máximo tiempo que podrá posponer su inversión inicial en el país de estudio son dos años, tiempo durante el cual los Ingresos por consumo de capacidades y, por consiguiente, sus ingresos operacionales podrían aumentar o disminuir, dependiendo de la capacidad de cobertura que alcance la compañía una vez realice sus obras en ese país.

Como se planteó inicialmente, los enfoques tradicionales de evaluación financiera no han considerado que actualmente las empresas se enfrentan a situaciones más complejas, es por este motivo por el cual surge la necesidad de buscar nuevos enfoques de valoración que ayuden a tomar mejores decisiones frente a las oportunidades de inversión. Tal como señala Gustavo Rodríguez, en su publicación "Real Options", las opciones reales permiten incorporar distintos tipos de situaciones de inversión que podría enfrentar una empresa cualquiera; por esto las organizaciones con mayor capacidad de innovar, poseedores de tecnologías blandas y duras son las que cuentan con mayores posibilidades de crecer y sobrevivir en mercados competitivos y globales. De ese modo, el uso de las opciones reales como técnica o modelo cuantitativo y cualitativo para la

toma de decisiones es una herramienta de gran apoyo a la gestión gerencial de una organización, sobre todo en situaciones de gran incertidumbre.

De acuerdo con lo anterior y a manera de resumen, los pasos que se siguieron para el desarrollo del trabajo, teniendo en cuenta que la metodología utilizada para la valoración de opciones fue la de Árboles Binomiales, son:

- Identificación del activo subyacente
- Determinación de la volatilidad del activo subyacente
- Construcción de los reticulados o ramificaciones
- Interpretación del valor de la opción

Siguiendo estas bases, como primer paso, se identificó como activo subyacente para el estudio el valor presente neto de los flujos de caja descontados de la Empresa TELco. Como segundo paso, y conociendo su gran impacto dentro de la evaluación de proyectos por medio de opciones reales, se determinó la volatilidad del activo subyacente, con varias metodologías mundialmente reconocidas.

Estimación de la Volatilidad

Para efectos prácticos de este estudio, se utilizaron algunos métodos enfocados en la simulación y en la utilización de datos históricos para calcular la vo-

latilidad de los flujos de caja de la empresa TELco, involucrando una inversión inicial dada, los cuales permitieron determinar el valor más acertado que puede tomar la opción call en cada uno de los casos dados.

El primer método utilizado para determinar la volatilidad del activo subyacente fue el de Escenarios de Ocurrencia, complementado con la formulación genérica utilizada en el libro de Johnathan Mun (2003), acerca del análisis de las opciones reales a través de caminos binomiales dependientes y la réplica de portafolios de mercados. El segundo método empleado fue el de la Aproximación de los Retornos Logarítmicos de los Flujos de Caja, la cual se halló de acuerdo con los resultados de los Flujos de Caja Libre arrojados por los diferentes escenarios planteados para la empresa TELco; por último, se utilizaron las bondades de las simulaciones de Monte Carlo, junto con la metodología planteada por Copeland (2002) en el capítulo de la volatilidad de su libro Real Options.

Escenarios de Ocurrencia

De acuerdo con un análisis de mercado y de proyección de demanda de servicios de red, realizado por la Empresa TELco, se supone que si la empresa espera al menos dos años en llevar a cabo el proyecto, es posible que se desregulen algunas de las regiones del país objetivo (Perú), permitiendo una mayor

ampliación y una ganancia adicional en la concesión de líneas frente al competidor más grande del mismo país, lo cual supondría un aumento en los ingresos y operaciones de la empresa TELco en un 5%. Pero si, por el contrario, no logra introducirse con éxito al cabo de los dos años, ya que la empresa competidora con mayor participación en el mercado del Perú gana la mayor concesión de líneas, podría hasta perder el 3% del mercado que se había pronosticado.

Con cada uno de los flujos de caja hallados para cada caso y utilizando la metodología de Árboles Binomiales, se procedió a la construcción del reticulado del activo subyacente, utilizando la variación en los valores presentes netos ocasionados por

el cambio en los ingresos operacionales, como se muestra en la figura 1.

Para completar el análisis y según formulación genérica utilizada en el texto de Mun (2003) acerca del análisis de las opciones reales, el estudio se enfocó en la metodología empleada por el autor para replicar portafolios y en la estructura genérica del enrejado binomial. Para ello, se siguieron los pasos esenciales para la réplica de los portafolios y se halló el valor de la opción para este caso específico con $t=2$. Los resultados del análisis se presentan en la figura 2, donde se exponen los valores CALL en cada uno de los nodos, junto con las probabilidades de riesgo ajustadas.

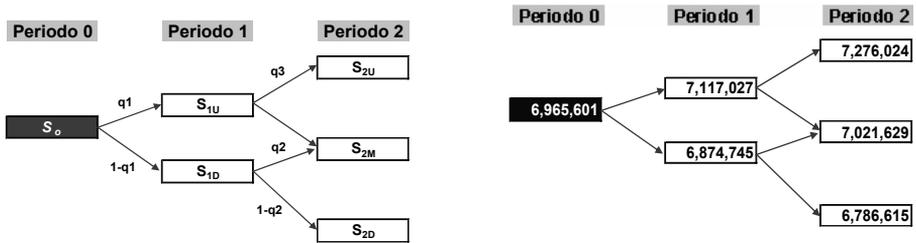


Figura 1: Estructura Activo Subyacente

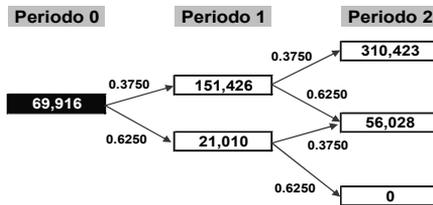


Figura 2: Valor de la Opción

Retornos Logarítmicos del Flujo de Caja

De acuerdo con la información de los diferentes escenarios planteados, es posible hallar la volatilidad del flujo de caja de la Empresa TELco con el método de los retornos logarítmicos del flujo de caja (figura 3), y de esa manera hallar las diferentes ramas del árbol binomial.

Para hallar el valor de la opción de compra equivalente a diferir la inversión, se utilizó la aplicación *Derivagem* como soporte de análisis. Los resultados se muestran en la figura 4. En esta técnica del árbol binomial, se escoge para cada periodo el valor más alto conforme se va retrocediendo en el tiempo.

Periodo	Flujos de caja	Flujos de caja / Retornos relativos	Ln de los Flujos de caja (x)	$X_i - PROM(X)$	$(X_i - PROM(X))^2$
0	6,965,601				
1	7,117,027	1.022	0.02	0.03	7.1356E-04
2	6,874,745	0.966	-0.03	-0.03	8.6608E-04
3	7,276,024	1.058	0.06	0.06	3.8361E-03
4	7,021,629	0.965	-0.04	-0.03	9.2313E-04
5	6,786,615	0.967	-0.03	-0.03	8.3155E-04
				Sumatoria	7.1704E-03
				PROM (X)	-0.00521
				VOLATILIDAD	4.23%

Figura 3: Retornos Logarítmicos del Flujo de Caja

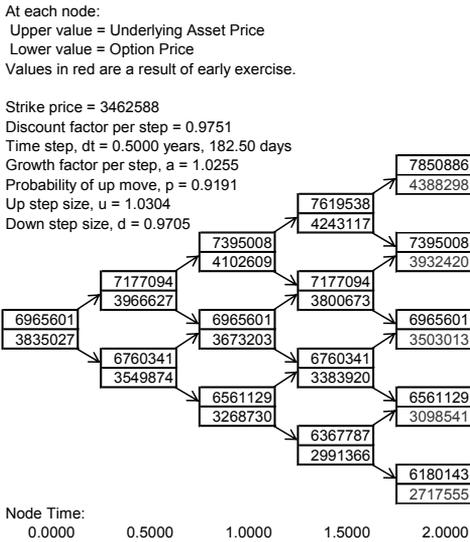


Figura 4: Retornos Logarítmicos del Flujo de Caja – Método Derivagem

Como se aprecia, el valor de la opción, si se ejerce inmediatamente (es decir, si se realiza la inversión), es de: $6.965.601 - 3.462.588 = 3.503.013$. Pero si se espera hasta el vencimiento (como se ha expuesto para este caso), el valor de la opción en el año 2 es de 3.835.027.

Simulación de Monte Carlo

En tercer lugar, se utilizaron las bondades de la Simulación de Monte Carlo siguiendo la metodología explicada por Copeland (2002). Estos métodos de simulación son una clase extensamente usada de algoritmos computacionales para simular el comportamiento de varios sistemas físicos y matemáticos. A causa de la repetición de algoritmos y el número grande de cálculos complicados, Monte Carlo es un método satisfactorio que usa un computador, utilizando muchas técnicas de simulación computacional.

Para la determinación del modelo, se identificó como variable de entrada, los *Ingresos Operacionales*. A esta variable se les asoció la distribución de probabilidad que mejor describiera su comportamiento, para lo cual se utilizó la herramienta computacional @RISK. Se comenzó por reemplazar la variable de entrada por una distribución de probabilidad. Esta función simplemente representa una serie de posibles valores que podrían aparecer en una celda, en lugar de limitarse a un solo valor. De ese modo y de acuerdo con el comportamiento de los ingresos operacionales de la Empresa TELco, se definió que la distribución que mejor explicaba cada comportamiento era la distribución normal, también llamada distribución de *Gauss* o distribución *gaussiana*.

Para continuar con el ejercicio, se halló, en primer lugar, la media y la desviación estándar de la variable de entrada; segundo, se estableció la autocorrelación de los retornos entre los primeros dos periodos. Se estableció adicionalmente, el coeficiente de correlación *r-square* igual al 90%. Esto indica que altos errores en los retornos del VPN (Valor Presente Neto) de los flujos de caja en el primer periodo, son seguidos por los errores del segundo periodo. Se reproduce este mismo proceso para cada uno de los periodos siguientes, llegando a los 10 años de estudio. Tercero, se definió la variable pronóstico o variable de salida. Esta variable fue simulada con el programa computacional @RISK siguiendo la misma metodología de Copeland. La variable pronóstico que se intenta simular para la construcción de los árboles de decisión es la desviación estándar del porcentaje de cambio en el valor del proyecto de un periodo a otro. La variable se calculó a partir de la siguiente ecuación:

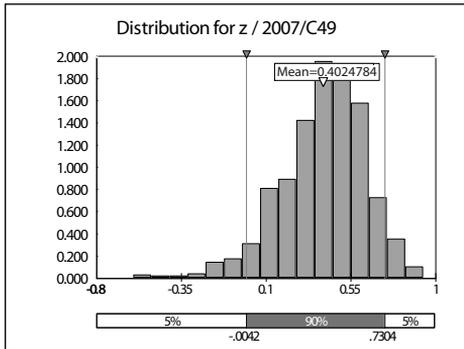
$$z = \ln \frac{VPN (FCL_1) + FCL_1}{VPN (FCL_0)}$$

Este valor se calculó dejando constante el valor de VPN (FCL_0) para la empresa TELco e iterando las variables de entrada que hacen variar el VPN en el periodo 1:

$$VPN (FCL_1) = \sum_{T=2}^{10} \frac{FCL_1}{(1+WACC)^{t-1}}$$

Cuarto, se corrió el modelo, y esta herramienta computacional calculaba de nuevo el modelo cientos de veces (para este caso se hizo una simulación con 1000 iteraciones). En cada simulación, se tomaron muestras de valores aleatorios de las funciones ingresadas con an-

terioridad y se registran los resultados obtenidos en el modelo. El resultado es una visión de una amplia gama de posibles resultados, incluyendo la probabilidad de que se produzcan. Los resultados para un total de 1000 iteraciones se muestran en la figura 5.



Resultado Variable Z

Z	43.04%
Mean	40.25%
Desviación	22.50%

Summary Statistics			
Statistic	Value	%tile	Value
Minimum	-60.39%	5%	-0.42%
Maximum	93.67%	10%	12.28%
Mean	40.25%	15%	16.50%
Std Dev	22.50%	20%	22.22%
Variance	0.050614571	25%	27.29%
Skewness	-0.717974739	30%	30.88%
Kurtosis	4.08041673	35%	34.40%
Median	42.34%	40%	37.04%
Mode	45.57%	45%	39.92%
Left X	-0.42%	50%	42.34%
Left P	5%	55%	44.94%
Right X	73.04%	60%	47.41%
Right P	95%	65%	50.85%
Diff X	73.46%	70%	53.44%
Diff P	90%	75%	55.77%
#Errors	0	80%	58.71%
Filter Min		85%	62.22%
Filter Max		90%	66.23%
#Filtered	0	95%	73.04%

Figura 5: Variable pronóstico o variable de salida z (Sumario Estadístico)

Teniendo el valor de la desviación que será usado como el valor de la volatilidad, se procedió al cálculo del valor de la opción, según las variables de la tabla 1 y considerando los siguientes datos de entrada:

Precio de ejercicio (valor de la inversión)	$E = 3,462,588$
Valor del activo subyacente al inicio del periodo	$S = 6,965,601$
Número de periodos	$t = 2$
Volatilidad	$\sigma = 22.50\%$
Tasa de interés libre de riesgo	$r = 5.04\%$

At each node:
 Upper value = Underlying Asset Price
 Lower value = Option Price
 Values in red are a result of early exercise.

Strike price = 3462588
 Discount factor per step = 0.9751
 Time step, dt = 0.5000 years, 182.50 days
 Growth factor per step, a = 1.0255
 Probability of up move, p = 0.5402
 Up step size, u = 1.1725
 Down step size, d = 0.8529

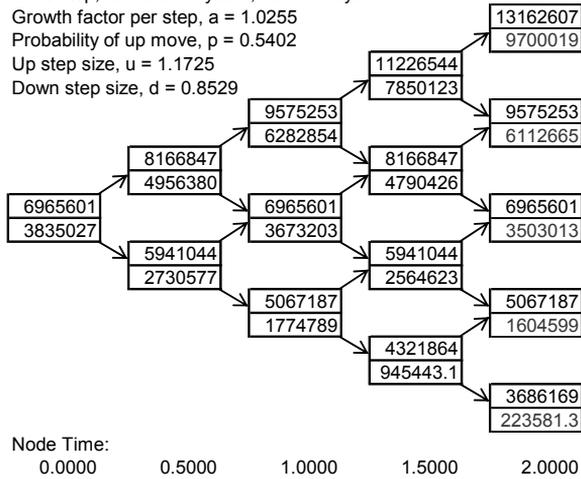


Figura 6: Despliegue Árbol Binomial. Simulación Monte Carlo

Analizando los resultados se tiene que el valor de la opción si se ejerce inmediatamente (es decir, si se realiza la inversión) es de: $6.965.601 - 3.462.588 = 3.503.013$. Si se espera hasta el vencimiento (como se ha expuesto para este caso), el valor de la opción en el año 2 es de 3.835.027 (figura 6).

Ecuación de Black-Scholes

La metodología básica de valoración de opciones se basa, a grandes rasgos, en la conformación de un portafolio consistente en el activo sobre el que se pacta la opción de cuyo precio se tiene cono-

cimiento por ser comercializado en el mercado de capitales, y se apalanca esta compra con dinero prestado a la tasa libre de riesgo, eligiendo las cantidades de cada uno de los elementos replicando el *payoff* del portafolio; en consecuencia, para evitar oportunidades de arbitraje, el valor del portafolio así conformado debe ser igual al valor de la opción. La fórmula de valuación, denominada de *Black Scholes*, se puede adaptar a la valoración de opciones reales buscando una analogía razonable entre los parámetros del modelo y la opción real. Para ello se requieren en su forma más simple de implementación, seis variables que actúan como *inputs* (tabla 1).

Tabla 1. Variables de opción de compra financiera

OPCIÓN DE COMPRA FINANCIERA	VARIABLE	OPCIÓN REAL
Precio del activo subyacente (acción)	S	Valor presente neto de los flujos de caja
Precio de ejercicio de la opción	X	Valor presente de los desembolsos para el desarrollo del proyecto
Tasa de interés libre de riesgo	r_f	Tasa de interés libre de riesgo
Volatilidad del subyacente	σ	Volatilidad de los flujos de caja esperados
Tempo hasta el vencimiento	T	Tiempo hasta el ejercicio
Dividendos u otros rendimientos	δ	Mantenimiento de la opción

Estas variables se introducen en la fórmula abajo señalada y se obtiene como resultado el valor de la opción objeto de análisis. La volatilidad representa una aproximación al grado de incertidumbre que existe sobre el valor final del activo sobre el que se posee la opción. Busca reflejar el rango de posibles valores positivos y negativos que puede adoptar el retorno del activo objeto del análisis.

$$c = S_0 N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2)$$

$$p = X e^{-rt} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

donde $d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r + \sigma^2 / 2)T}{\sigma \sqrt{T}}$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r - \sigma^2 / 2)T}{\sigma \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

Para este caso, se tomará como referencia la volatilidad hallada mediante la simulación de Monte Carlo, debido a su gran validez matemática. Se tomarán los datos del VPN de dos años ($T=2$). Aplicando el modelo de *Black-Scholes* para valorar la opción se utilizan los siguientes datos:

Inputs	
S	6,965,601.00
X	3,462,588.00
T	2
r_f	5.0400%
σ	22.5%
$d1$	2.204661852
$d2$	1.886463801
$N(d1)$	0.986261084
$N(d2)$	0.970383759

Output	
Precio Opción Call	3,832,043.29

Analizando los resultados se tiene que el valor de la opción, si se ejerce inmediatamente (se realiza la inversión) es de $6,965,601 - 3,462,588 = 3,503,013$. Pero la opción sin ejercer, manteniéndola abierta dos años es de 3,832,043.29. Así, aun cuando el proyecto tiene VPN positivo, no hay razón suficiente para realizar la inversión y es mejor esperar a ver qué ocurre, logrando recoger información sobre mercados y demandas futuras.

Resultados

Como se pudo apreciar con los diferentes análisis anteriores, el valor de la opción resultó poco sensible al cambio o variación en la volatilidad, es decir, al calcular el valor de la opción con las diferentes metodologías utilizadas para hallar la volatilidad (4,23% y 22,50%), los resultados muestran poca sensibilidad frente a la variación de la volatilidad.

Como están establecidos los valores del precio de ejercicio y del valor del activo subyacente al inicio del periodo (VPN de los flujos de caja de la empresa TELCO) para este trabajo, los cambios en la volatilidad son poco significativos para causar cambios en el valor de la opción, por lo que no es posible sacar conclusiones al respecto.

Para que el valor de la opción sea sensible al cambio en la volatilidad, es necesario que el precio de ejercicio sea muy cercano al valor del activo subyacente al inicio del periodo o viceversa. Para dar un ejemplo de ello, sin entrar en demostraciones matemáticas avanzadas, debido a que no es del alcance de este trabajo, se supone como hipótesis que el valor del precio de ejercicio es igual al valor del activo subyacente al inicio del periodo.

- Con una volatilidad del 4,23% y utilizando la herramienta computacional DERIVAGEM, se supone que el Stock Price = *Exercise Price* = 6,965,601, es decir, el precio de ejercicio es igual al valor del activo subyacente al comienzo del periodo. La variación en el precio de la opción puede apreciarse y los resultados se muestran a continuación:

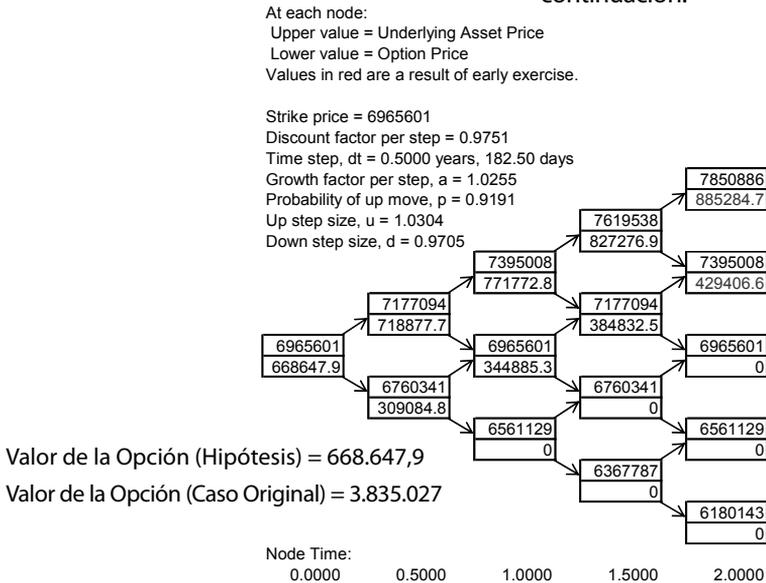


Figura 7: Despliegue Árbol Binomial – Simulación Monte Carlo

- Con una volatilidad del 22,05% y utilizando la herramienta computacional Derivagem, se supone que el Stock Price = *Exercise Price* = 6,965,601, es decir, el precio de ejercicio es igual al valor del activo subyacente al inicio del periodo. La variación en el precio de la opción puede apreciarse y los resultados se muestran a continuación:

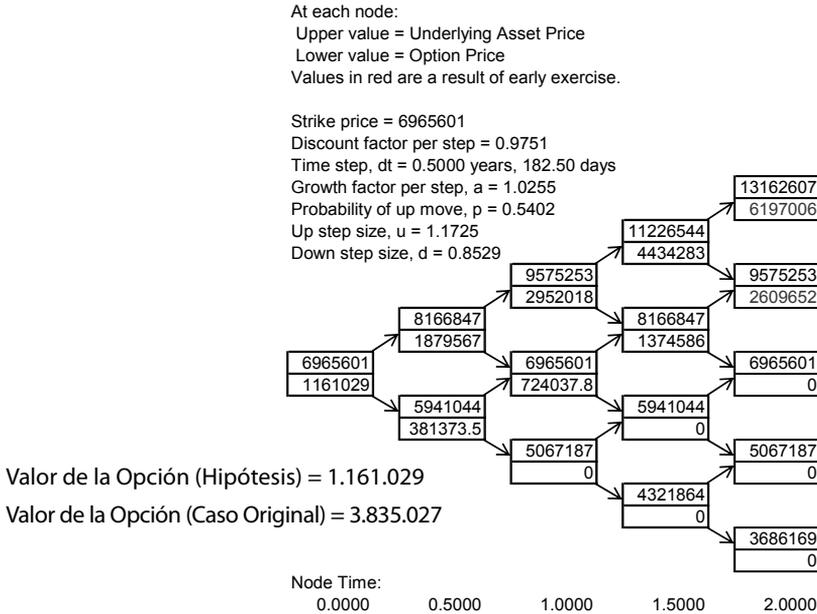


Figura 8: Despliegue Árbol Binomial – Simulación Monte Carlo

Como se aprecia, en la medida en que el valor del precio de ejercicio se acerca al valor del activo subyacente al comienzo del periodo, el valor de la opción será más sensible a los cambios de la volatilidad. Al respecto son ilustrativas las figuras 7 y 8.

Conclusiones

La valoración de proyectos por medio de las opciones reales tiene el potencial no sólo de ayudar a integrar el presupuesto de capital con la planificación

estratégica, sino también de ofrecer un método consistente de análisis de la totalidad de la dirección financiera empresarial (implicando tanto decisiones financieras como reales). El objetivo, entonces, es preparar a la organización con activos y procesos de manera que se pueda contar con una estructura de capacidades que permitan acomodarse y reaccionar de manera más eficiente al contexto, aprovechando la mayor cantidad de opciones reales que se encuentren en el dominio público.

Para efectos de este estudio se revisó la opción de esperar dos años para realizar la inversión. Asimismo, se mostró en forma sencilla como el modelo de Árboles Binomiales y la Ecuación de *Black Scholes* pueden ser utilizados para valorar una opción real para una empresa colombiana del sector de telecomunicaciones. También es importante precisar que no necesariamente todas las opciones reales se pueden comparar con las opciones financieras, pero se deja abierta la posibilidad de poder utilizar las técnicas de la Ingeniería Financiera.

Finalmente, como se pudo apreciar en el desarrollo del ejercicio práctico, tomando como referencia los diferentes análisis anteriores, se podría concluir que el valor de la opción para este caso específico resultó poco sensible al cambio o variación en la volatilidad, es decir, al calcular el valor de la opción con las diferentes metodologías utilizadas para hallar la volatilidad, los resultados muestran poca sensibilidad frente a la variación de la volatilidad.

Bibliografía

- BLACK F. y SCHOLE, M. (1973), The pricing of options y corporate liabilities. En: Journal of Political Economy. 1981, May-June. Pp. 637-659.
- COPELAND, Thomas. Real options a practitioner's guide. London: Texere. 2002. 300 p.
- COX, J.; ROSS, S. y RUBINSTEIN, M. Options pricing: a simplified approach. Journal of Financial Economics. N° 7. 1979. Pp. 229-263.
- DIEZ, Luis y MASCAREÑAS, Juan. Ingeniería financiera. Madrid: McGraw Hill, 1994 320 p.
- ECKL, S.; ROBINSON, J. N. y THOMAS, D. C. Financial engineering: a handbook of derivate products. Oxford: Basil Blackwell. 1990. 300 p.
- FERNANDEZ, Pablo. Valoración y ejercicio anticipado de la put americana. En: Análisis Financiero. Internacional. Madrid, No. 53, 1991. Pp 66-70.
- GEMMILL, Gordon. Options pricing. Londres: McGraw-Hill. 1993, 280 p.
- LAMOTHE, Prosper. Opciones sobre instrumentos financieros. Madrid: McGraw-Hill, 1993. 280 p.
- MASON, Scott y MERTON, Robert. Aplicaciones de la teoría de opciones para las finanzas de la empresa. En: Análisis Financiero. Madrid, No. 54. 1991. Pp 38-53.
- MUN, Johnathan: Real options analysis: Tools and techniques for valuing strategic investment and decisions. New York: Wiley Finance. 2003. 303 p.