

Estimación de la Volatilidad en Opciones Reales para un Proyecto en Colombia

Autores

Julián Pareja Vasseur

Semillero de Investigación Bufete Financiero, Universidad EAFIT

Boris Julián Ramírez Barrera

Joanesteban Molina Pérez

Marco Gerardo Marrero Gómez

Resumen

La evolución de la teoría de valoración y del análisis de inversiones, ha mostrado la importancia de agregar flexibilidad operativa a los proyectos de inversión con alta incertidumbre, con el fin de lograr una estimación más precisa del valor real de los proyectos. La metodología de valoración por Opciones Reales (ROA) ha demostrado ser hasta el momento una de las herramientas de análisis más efectiva y cuya aplicación sigue creciendo en sectores con alto grado de incertidumbre.

En este trabajo se muestra el ROA como una metodología alternativa de valoración financiera al generalmente utilizado Valor Presente Neto (VPN) para la toma estratégica de decisiones. No obstante, el valor que agrega la opción real, es sensible a variables que alteran el nivel de incertidumbre, por lo cual, se van a estudiar los diferentes enfoques de estimación de la volatilidad de la Opción Real, buscando identificar la que mejor recoja la incertidumbre a la que está expuesto el proyecto.

Palabras claves

Opciones reales, Volatilidad, Valoración financiera.

Introducción

La inversión de capital en proyectos u oportunidades de inversión requieren, para obtener los mejores resultados posibles, utilizar métodos y criterios de valoración adecuados que incluyan las variables que afecten los retornos de dicha inversión y que sean tan dinámicos como el mercado lo exija. Sin embargo, los métodos tradicionales para valorar y tomar decisiones de inversión, especialmente el VPN, son modelos estáticos, rígidos y enfocados al corto plazo, que no manejan eficazmente la incertidumbre. Las metodologías tradicionales asumen un solo escenario y que los gerentes se aferran a una estrategia estática. (Trigeorgis, 1996)

Según Lenos Trigeorgis, estudios como los de Donaldson y Lorsh (1983) han evidenciado la distancia que existe entre la teoría financiera y la realidad corporativa. Una realidad corporativa que se caracteriza por la incertidumbre. El VPN, como metodología tradicional de valoración de flujos de caja, no está asociado con la flexibilidad que necesitan los gerentes para adaptarse a su entorno cambiante e incierto. La valoración por opciones reales (ROA) si captura esta flexibilidad, de modo que complementa el VPN añadiendo así el elemento de volatilidad que considera la incertidumbre. (Peña, Miner, & Nagore, 2000) (Trigeorgis, 1996)

La volatilidad permite considerar la flexibilidad, por eso su estimación acertada es crucial para una correcta implementación del ROA. En este aspecto se centra este trabajo, de modo que se pueda determinar una metodología idónea y apropiada para estimar la volatilidad en la valoración financiera de un proyecto de inversión o empresa colombiana usando el concepto de ROA.

1. Limitaciones del VPN

El mercado, el cual se caracteriza por el cambio, la incertidumbre y la competencia, expone al proyecto a la posibilidad de que no se cumplan estrictamente los flujos proyectados al inicio de la valoración. Se pueden presentar nuevas oportunidades, cambios positivos o negativos en la demanda, obstáculos legales, entre otros elementos, que se desconocen al realizar la valoración de proyecto, y que podrían afectar los flujos de caja futuros. Con el

paso del tiempo el gerente tendrá más información y podrá percibir la realidad del mercado, lo que le permitiría modificar los flujos inicialmente planteados por otros más realistas, esta es la flexibilidad de la que se habla. La posibilidad de adaptar los proyectos con el paso del tiempo a las realidades del mercado. (Ibíd.)

Esta flexibilidad está relacionada con las opciones. La posibilidad de cambiar o alterar el curso de un proyecto en diferentes etapas de su vida económica mediante el uso de opciones. El ROA, o valoración por opciones reales, es la metodología de valoración más apropiada partiendo del criterio de flexibilidad operativa en la toma de decisiones estratégicas (Copeland & Antikarov, 2003). Esta metodología les proporciona a los empresarios la flexibilidad que necesitan, y permite que proyecto que según un criterio como el VPN sería rechazado se pueda realizar. El VPN es un criterio de ahora o nunca, es decir con el valor que arroja se determina si el proyecto se hace o no, mientras que las opciones reales me permiten posponer el proyecto y encontrar el momento en el cual este puede ser viable (Férrandez, 1999).

A pesar de que el ROA proporciona a los empresarios herramientas como la flexibilidad que las metodologías tradicionales no le ofrecen, sin embargo en Colombia se usan muy poco como metodología de valoración de proyectos. Esto se puede deber a que la mayoría de los empresarios y administradores la desconocen o muchas veces no es intuitiva, además porque son escasas las aplicaciones prácticas que se encuentran sobre su uso en Colombia. Y aun si los empresarios la conocen no la implementan por su grado de complejidad.

Para entender claramente como las opciones reales consideran la incertidumbre y le dan flexibilidad al proyecto, a continuación se presentara un ejemplo sobre un proyecto petrolero. Este ejemplo evidencia las limitaciones del VPN y como entran las opciones reales a ser el complemento que mitiga las sus falencias.

2. Ejemplo ilustrativo

Se supondrá una empresa explotadora de petróleo que tiene un proyecto nuevo y debe decidir si es económicamente viable realizarlo. Utilizan el VPN para tomar esta decisión, para esto consideran el precio del crudo que junto con los volúmenes de venta proyectados determinaran sus ingresos. Fijan sus costos y con esto construyen el flujo de caja del

proyecto. Lo último que necesitan es determinar una tasa de descuento apropiada para descontar los flujos a presente. Solo si el valor de los flujos descontados es mayor a cero se acepta el proyecto, si es menor se rechazaría, supongamos lo último. (Vanegas & Fundia, 2006)

$$\text{Así, } VPN = \sum_{j=0}^n \frac{FCL}{(1+i)^j} \quad VPN < 0$$

Sin embargo, en el proyecto existe la posibilidad de que en un tiempo $n/2$, donde n es la vida del proyecto, se encuentre más petróleo. Esto puede suceder en $n/2$ porque en ese momento se tendrá la infraestructura necesaria para poder realizar los estudios de caso. Si se encontrase más petróleo la empresa podría decidir expandir el proyecto haciéndolo rentable. Como se dijo anteriormente el VPN no considera la incertidumbre, por lo que la posibilidad de encontrar más petróleo no se incluye y el VPN no cambiaría rechazando el proyecto, perdiendo la oportunidad de realizar una inversión que puede resultar rentable. (Ibid.)

La metodología de valoración de opciones si consideraría la opción de expansión del proyecto. El valor de la opción (c) se le suma al VPN inicial y se genera el VPN estratégico. Es decir, las opciones reales surgen del VPN, es decir, son una metodología complementaria (Ibid.)

De esta manera el VPN estratégico estaría definido de la siguiente forma:

$$\overline{VPN} = VPN + c$$

A pesar de que en el tiempo 0 no se sabe si la opción de expansión del proyecto se llevara a cabo o no, esta decisión dependerá de los futuros hallazgos de crudo en el pozo, y del precio del barril de petróleo para el momento $n/2$, si el valor en el presente de c es mayor que el valor del VPN inicial se acepta el proyecto, ya que $VPN + c > 0$ (Ibid.). Una vez dada una breve introducción de la adición de incertidumbre a la valoración de un proyecto, se verá más en detalle la composición de la valoración por ROA.

3. Elementos de las opciones reales

Generalmente los autores en el tema de opciones reales parten haciendo una analogía de los elementos de esta con los de una opción financiera. Esta permite entender con mayor claridad cada elemento dado que estos son más evidentes y comprensibles en una opción financiera. Luego de haber explicado la importancia y pertinencia del ROA y presentar breve un recuento histórico de las diferentes metodologías que se han propuesto para su valoración, es pertinente continuar explicando los elementos que consideran esas metodologías en la valoración (especialmente de la metodología de árboles binomiales, la más comúnmente aplicada), haciendo la ya tradicional analogía.

“Las opciones financieras surgen de la necesidad de disminuir factores directos de estimar el futuro (que aumentan el riesgo de la inversión), tales como la incertidumbre y la fuerte competitividad del mercado” (Chavez Ocaña, 2004). Dicho modelo fue desarrollado por Fisher Black y Myron Scholes en 1973, cuando publicaron en el “Journal of Political Economy” de la Universidad de Chicago un artículo llamado “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, donde encontraron una solución analítica al precio de una opción sobre una acción a un tiempo determinado.

“Las opciones financieras no son más que el derecho a comprar (opción de compra) o vender (opción de venta) un activo subyacente a un precio determinado en una fecha futura a cambio de una prima” (Chavez Ocaña, 2004). Y en este tipo de contratos se disminuye la incertidumbre porque se da el derecho más no la obligación de tomar alguna posición, ya sea comprar o vender la opción.

Existen fundamentalmente dos tipos de opciones financieras; la opción de compra, que es un contrato que otorga al poseedor, es decir, el comprador, el derecho, más no la obligación, a comprar un determinado número de activos financieros, a un precio pactado en cualquier momento antes de un tiempo límite previamente establecido; Y está la opción de venta, que igualmente es un contrato, que proporciona esta vez al comprador, es decir, el poseedor, el derecho más no la obligación de vender un número determinado de acciones a un precio previamente fijado, en una fecha establecida o bien sea el caso, antes de esta. (Fernandez, 1996)

La valoración de las opciones financieras según el modelo de Black & Scholes (1973) se compone de varios elementos, a saber:

ELEMENTO	SIGNIFICADO
Activo Subyacente	Es el activo financiero del que se deriva la opción. De las acciones, será el precio de la acción.
Precio de la acción	Es el valor de mercado de los flujos de caja futuros asociados a la acción.
precio de ejercicio de la opción	Es el precio al cual se puede ejercer la opción
Tiempo hasta el vencimiento	Es el periodo durante el cual la opción puede ser ejercida (opciones americanas) o el periodo hasta la fecha de ejercicio predeterminado (opciones europeas)
Variación de los rendimientos	Es la volatilidad del precio de la acción
Tasa libre de riesgo	Es la rentabilidad sin riesgo de un activo que tiene la misma duración de la opción
Dividendo	Es la parte de la distribución de beneficio que corresponde al inversionista

(Peña, Miner, & Nagore, 2000)

El ROA en su finalidad de capturar el valor de la incertidumbre, adapta las estrategias de la organización, en función de los eventos inesperados del entorno en un tiempo determinado, y de igual forma, se puede observar como un portafolio de opciones sobre activos reales, a la cual, se le puede extrapolar la metodología de valoración de Opciones Financieras.

Siendo así, una Opción Real es el derecho, más no la obligación, a negociar, ya sea comprar, vender o ejecutar, un bien, siendo este real y tangible, a un precio determinado en una fecha establecida previamente que será determinada por la duración del proyecto,

aplicándose a la estimación de proyectos, empresas, inversiones productivas, planes, etc. (Suarez, 2005)

De esta forma, el ROA como una analogía de las opciones financieras, se podría categorizar acorde a sus componentes, de la siguiente manera:

Elemento en la opción financiera	Equivalencia en la opción real
Activo Subyacente	Es el activo real del que se deriva la opción. Para el mercado real, específicamente para la valoración de proyectos, se usa el flujo de caja esperado del proyecto
precio de ejercicio de la opción	Es el precio al cual se puede ejercer la opción, pueden ser el valor presente de los costos fijos a lo largo de la vida del proyecto.
Tiempo hasta el vencimiento	Es el periodo de duración en donde el poseedor puede ejercer la compra o la venta, o sea, el tiempo donde exista la posibilidad de invertir.
Variación de los rendimientos	La variación, es decir, que tan expuesto está el precio del activo subyacente a cambios en su valor, será base para la determinación de la volatilidad a la que está expuesta la opción Real.
Tasa libre de riesgo	Es aquel riesgo mínimo al que se expone un inversionista en el mercado, si la tasa libre de riesgo se incrementa, el valor de la opción también lo hará.

(Copeland & Antikarov, 2003) (Mascareñas, 2007) (Chavez Ocaña, 2004)

De estos seis elementos el que merece mayor estudio es la volatilidad, ya que esta es la que considera la flexibilidad ante la incertidumbre, el aspecto esencial por el cual se ha criticado al VPN y es el aspecto motivador de este trabajo . Como se explico la opción real funciona como complemento al VPN, y este lo genera precisamente la volatilidad.

Historia de ROA

Ante el problema de la falta de inclusión de la incertidumbre de los modelos tradicionales, Myers propuso en 1977 la aplicación de la teoría de opciones a la inversión en activos no financieros, es decir, se sirvió del modelo de opciones financieras para analizar activos reales y evaluar la incertidumbre con ello. (Kester, 1984)

Se han desarrollado diferentes modelos de valoración por opciones reales, de los cuales, y según su ubicación histórica, se destacan:

Soluciones analíticas cerradas:

- La aplicación de Merton (Basado en Black&Scholes) en 1977 para opciones reales sugiere ver los proyectos como opciones, ya que los inversionistas tienen la oportunidad pero no la obligación de tomar alguna decisión en un proyecto en un momento dado, y trata de valorizar esa flexibilidad de la inversión en términos analíticos, deduciendo una expresión de este tipo. Las características de este modelo, según ellos, es que las opciones son de tipo europeo, es decir, solo pueden ser ejercidas en el día pactado, e igualmente dichas opciones “siguen un proceso mixto, compuesto por un movimiento geométrico browniano continuo sujeto a saltos discretos de Poisson” (Bonis, De la fuente, & Azofra, 2005)

Soluciones vía métodos numéricos:

- Más adelante, en la década de los 80's, y desde la perspectiva de los métodos numéricos, o sea, “en la discretización del espacio de estados de las variables estocásticas o de las ecuaciones diferenciales” (Barria,2008), Brennan y Schwartz (1985) lograron una valoración de una mina de cobre cuyo precio del subyacente

era el precio del cobre modelado con un movimiento geométrico browniano, con una solución analítica dado que hayan infinitas reservas de cobre en la mina, o una solución usando métodos numéricos de diferencias finitas cuando hayan reservas conocidas. (Barria, 2008)

Por su parte, Cox, Ross y Rubinstein y otros autores (1979) desarrollaron el que es a hoy en día uno de los métodos numéricos más conocidos, los árboles binomiales. “El enfoque binomial supone la representación de la incertidumbre en cada estado del espacio a través de dos estados futuros posible” (Barria, 2008) los cuales deberían comportarse como el subyacente y admiten que cada estado puede subir u y bajar d con probabilidades p y $1-p$ respectivamente. Esta metodología es la comúnmente utilizada, dada su aplicabilidad y carácter intuitivo.

Soluciones vía Simulación de Montecarlo y Algoritmos Híbridos:

- En vista que los anteriores métodos comparten la “maldición de la dimensionalidad”, o sea, que la complejidad del modelo es exponencial con el número de dimensiones del problema, surgen en la última década la simulación Montecarlo y los algoritmos híbridos para evitarlo. La simulación Montecarlo genera trayectorias de las variables hacia adelante en el tiempo, y la introducción de algoritmos híbridos combinen la simulación con la programación dinámica. Véase Barraquand y Martineau (1995) o el algoritmo LSM (Least Square Montecarlo) desarrollado en Longstaff y Schwartz (2001). Estos métodos avanzados pueden prácticamente capturar la flexibilidad de cualquier tipo de inversión, independiente de la naturaleza de sus opciones y sus incertidumbres.

Todo este “pull” de formas para valorar opciones, unido a las deficiencias de los métodos tradicionales de valoración, estando en entornos de alta incertidumbre, han aventurado a expertos como a Tom E. Copeland a asegurar que el enfoque de opciones reales acabaría sustituyendo al modelo del descuento de flujos. (Copeland, New developments in valuation, 2000)

4. Volatilidad:

La volatilidad no es otra cosa que la incertidumbre acerca de cómo evolucionará una determinada variable, tanto en cuanto a dirección (si aumentará o disminuirá) como a velocidad (que porcentaje de cambio tendrá). (Rodríguez, 2001). Caso concreto de las opciones reales, es el posible rango de precios que puede llegar a tener el precio del activo subyacente durante la vida de contrato de la opción, y la variabilidad de los mismos precios en términos porcentuales de su velocidad. (Delgado, 1999)

5. Metodologías de estimación de la volatilidad

Así como se han desarrollado diferentes metodologías para valorar las opciones reales, también se ha desarrollado diferentes formas de estimar la volatilidad para ROA. Sin embargo tan solo tres son las más utilizadas y aplicables en el campo de la administración. Solo se profundizara en estas: la volatilidad del portfolio replica o volatilidad histórica, la volatilidad del factor predominante y la volatilidad implícita (Maya, 2008). Cabe decir que otras metodologías son los modelos GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) y el de supuestos gerenciales. (Mun, 2006)

5.1 Volatilidad del portafolio réplica

Frecuentemente se utiliza esta metodología para estimar la volatilidad de un proyecto cuando hay información histórica -series de datos relativas a los precios- de un proyecto similar o de firmas comparables en el mercado. Black & Scholes (1972) también le da el nombre de “Benchmark forecast”, y esta tiene que ver con calcular la desviación estándar de los rendimientos dado por los precios.

Este tipo de estimación asume que los riesgos de otro proyecto o de otras firmas son iguales a los riesgos del proyecto, de allí que la elección de los elementos para la comparación requiera contemplar posiciones de mercados, localización geográfica, tecnología, demanda, entre otras, lo que hace que encontrar una empresa comparable sea muy difícil de encontrar, sin contar con la dificultad de contar con la información para el mercado real, haciendo que la conducción a un error sea fácil. Así mismo, la metodología requiere un análisis del riesgo que distinga entre empresas y proyectos, de tal manera que aspectos como el apalancamiento de una empresa y elementos propios de las transacciones en el mercado no sean extrapolados a la realidad de los proyectos. (Mun, 2006)

Con respecto de la efectividad de esta metodología los mismos Black & Scholes, desarrolladores del modelo matemático de opciones reales, demostraron que el modelo tendía a sobrestimar o infravalorar opciones en caso que la volatilidad de las mismas fuera alta o baja respectivamente.

En un proyecto de energía eólica en Colombia, presentado por Hernandez, Gallego y Maya (2010) la volatilidad del proyecto réplica estaba dada por la desviación estándar del promedio de la rentabilidad de las acciones de 7 empresas europeas de energía eólica.

5.2 Volatilidad del factor predominante

Esta metodología se enfoca en estimar la volatilidad del proyecto según la volatilidad del factor predominante del mismo, del factor que genera el flujo de caja del proyecto (Méndez & Lamothe, 2007). Según esto, se utilizaría de referencia la volatilidad del precio del petróleo para evaluar un proyecto de extracción de una empresa petrolera, asumiendo, por facilidad, una correlación perfecta entre uno y otro.

Normalmente los insumos de este método son índices históricos de factores representativos para el proyecto, los cuales se asumen como determinantes de los flujos de caja futuros, y a los que se les calcula la desviación estándar sirviéndose del cálculo de las variaciones de rendimientos a base de logaritmo natural.

Este enfoque es simple de utilizar, matemáticamente es válido y resulta ser práctico e intuitivo para los administradores, sin embargo sus fuentes son de difícil consecución, o por lo menos en lo que respecta a los índices de los factores predominantes en el contexto de las opciones reales, además, con la utilización de este método se tiende a sobrevalorar la volatilidad al no contar con otros factores que se correlacionan con el proyecto y pudieran atenuar el riesgo. Aparte, no es aplicable para variaciones de rendimiento que resulten negativas porque no existe su logaritmo natural, este factor es crucial porque los activos reales fácilmente pueden tomar dichos valores y se puede incurrir en errores de cálculo. (Mun, 2006)

6.3 Volatilidad Implícita

Utilizar la volatilidad que se calcula a partir de la variable predominante en la vida del proyecto podría sobrestimar el valor de la opción, dado que, este único factor solo refleja un fragmento de la incertidumbre total del proyecto, y ante la falta de una estimación que se ajuste a un proyecto en particular y no solo al mercado en general, se requiere del uso de un estimador que recoja elementos tanto del mercado, como de las variables internas desarrolladas en el método por VPN. De esta forma, se podría utilizar como metodología más confiable, para tratar de capturar el valor que deviene de la incertidumbre, el enfoque de estimación de Volatilidad Implícita. (Méndez & Lamothe, 2007)

La estimación de la volatilidad implícita reúne todos los flujos de caja futuros estimados del proyecto en dos tiempos, asumiendo una tasa de descuento constante, estando el primer periodo obviando los costos hundidos. (Mun, 2006)

Así, se transforma el valor de mercado en un valor completo, puesto que se parte del supuesto de que el valor actual del proyecto es equivalente a su valor de mercado, y se estima la volatilidad simulando los rendimientos esperados desde la serie de flujos de caja esperada en el VPN de un periodo 0 hasta otra serie evaluada en el periodo 1, y que a su vez, que permite agrupar varias fuentes generadoras de incertidumbre en el mercado en una sola variable, la volatilidad implícita. (Ibid)

Una vez establecidas las variables de entrada de la simulación, aquellas cuya posible fluctuación en el futuro van a afectar en mayor medida el VPN del proyecto, se busca modelar dichas variables como fuentes de incertidumbre para la determinación del valor de opción, es decir, bajo que de tipo de distribución se comportan los datos y generar una función particular para cada variable.

Después de tener todas las variables claves del proyecto analizadas, se involucran en el modelo de VPN, y a partir de la fórmula que resulte de la modelación de las variables, se procede a estimar la desviación estándar de la serie de valores producto de las iteraciones de la Simulación Montecarlo. (Maya, 2008)

Metodología

Según la clasificación de diversos autores, entre ellos Sandino y Dankhe, esta investigación es de carácter descriptivo, orientada a la descripción del fenómeno de la volatilidad en las opciones reales. La motivación de la investigación está encarnada en la exploración de las nuevas metodologías de valoración, y posteriormente en la comprensión de antecedentes, la clarificación de conceptos y evaluación de diversas dimensiones de la volatilidad, ya que se entiende que este elemento define los modelos estáticos y dinámicos de valoración de proyectos. (Grajales, 2003)(Sandino, 1999)

Para desarrollar la investigación descriptiva, se deben recabar datos de diversas fuentes, generalmente estas fuentes se clasifican en internas y externas, distinguiendo entre ellas su origen con respecto a la organización de la que parte la investigación, en este caso el semillero de investigación Bufete Financiero. (Sandino, 1999)

Dentro de las fuentes internas se utilizaron otras investigaciones del semillero mencionado, en particular “Valoración de patentes, una aproximación desde las opciones reales” una producción del año 2010.

Dentro de las fuentes externas se utilizaron libros de la colección de finanzas de la biblioteca de la Universidad Eafit, al igual que artículos de revistas indexados y documentos disponibles de las distintas bases de datos digitales disponibles para la universidad, al igual que documentos encontrados en buscadores web especializados.

Para recolectar estos datos el semillero de investigación cuenta con alrededor de 20 personas, las cuales se organizaron en tres ejes temáticos: Antecedentes y concepto de opciones reales, por un lado, metodologías de valoración con opciones reales por el otro y finalmente el eje de la volatilidad, que dependía directamente de los resultados de los ejes anteriores. Estos funcionaban con base a actividades de exploración y análisis documental, siendo esta última la técnica para recabar la información, y en los cuales se desarrollaban fichas donde quedaba constancia de la bibliografía y del aporte del mismo al tema de investigación.

Finalmente, estas producciones fraccionadas (también llamadas fichas) eran unificadas y reanalizadas por el profesor coordinador del semillero y los diferentes monitores de investigación, que a su vez eran los líderes de cada eje temático y autores principales de esta producción, con el fin desarrollar la descripción del fenómeno de la volatilidad en las opciones.

Resultados

Las diferentes formas de estimar la volatilidad no han tenido avances significativos a nivel teórico en los últimos años y han venido siendo ampliamente criticadas por lo contrastante que pueden ser los supuestos en los que se sustenta respecto a la realidad del mercado actual, lo que lleva a cuestionarse acerca de la efectividad de estas estimaciones y de la cercanía a la volatilidad real de las mismas. Para Han (2007) la estimación de la volatilidad es uno de los principales problemas en la implementación de la valoración por opciones reales y sobre el cual se ha estudiado muy poco, Copeland y Antikarov (2003) también señalan que no es mucho lo que se ha escrito sobre los problemas en la estimación de la volatilidad.

Uno de los principales inconvenientes es que en ROA existen múltiples fuentes de variabilidad, como por ejemplo los precios, los costos, la demanda, etc, lo que hace muy complejo la estimación total del proyecto (Lewis, Eschenbach, & Hartman, 2008). En las opciones financieras es más sencillo, ya que la volatilidad está definida por la desviación estándar de la tasa de retorno de la acción respectiva. En este caso, la volatilidad de la opción representa la variación en el precio de la acción, y está determinada por una sola variable.

En el caso de las opciones financieras es posible determinar la volatilidad del activo subyacente con la información histórica de mercado (Han, 2007). Sin embargo, en ROA no se puede obtener información histórica para determinar la volatilidad de cada una de las fuentes de incertidumbre, con la excepción de algún subyacente del que si exista información del mercado, (Cortesao, 2006) esto se complica aun mas si como dice Lopez (2003) el activo subyacente no se negocia necesariamente en un mercado público

organizado. Y aunque existiera información López plantea dos problemas más, el precio del activo subyacente no es continuo y la varianza de este puede cambiar a lo largo del tiempo.

Para remediar esta condición comúnmente se asume incorrectamente que la volatilidad del activo subyacente es igual a la volatilidad de alguno de sus componentes, “La volatilidad del proyecto no es la misma que la volatilidad de alguna de sus variables de entrada”. Por ejemplo no se puede afirmar que la volatilidad en el valor de una mina de oro este determinada por la volatilidad del precio del oro, ya que en el valor de la mina influyen otras variables como la cantidad de oro en la mina, los costos de extracción y las tasas de interés, entre otros. Tampoco es correcto usar la volatilidad de la acción de la empresa para calcular la volatilidad del valor de la mina, porque en la volatilidad de la empresa influyen otros variables como los demás proyectos que estén desarrollando (Copeland & Antikarov, 2003).

Igualmente se asume incorrectamente una correlación perfecta entre la volatilidad de la opción y la del activo subyacente. López (2003) lo expone, “en la valoración de opciones financieras se parte de la existencia de una cartera réplica con flujos idénticos a los de la opción”. Esto no se cumple en el caso de las opciones reales, porque se omitirían otras fuentes de valor e incertidumbre.

En vista de que no se existe la información de mercado necesaria para cada variable y que no se pueden hacer generalizaciones como en el ejemplo anterior, se hace necesario plantear supuestos. Estos supuestos pueden estar muy bien fundamentados con investigaciones de mercados, con conceptos de expertos y de los altos ejecutivos de la empresa, sin embargo no dejan de generar subjetividad y son una debilidad en la valoración por ROA.

Algunas de las metodologías usadas para el cálculo de la volatilidad tienen un problema adicional, utilizan la fórmula de Black – Scholes la cual tiene una limitación ya que solo considera opciones de tipo europeas (las cuales se ejercen al vencimiento) y para el caso de las opciones reales se utiliza más las opciones americanas (se pueden ejercer en cualquier momento) (López, 2003).

Las metodologías que se han usado tradicionalmente para calcular la volatilidad en ROA no son precisas y todas tienen limitaciones (Han, 2007), ya que como se ha explicado requieren del uso de información histórica, que en el caso de ciertas variables no existe, o en su defecto de suposiciones, que generan subjetividad y mayores imprecisiones, además en algunos casos asumen correlaciones perfectas entre la opción y el subyacente que tampoco existen, y por último algunas tienen problemas técnicos en su implementación.

Considerando estos aspectos y debilidades, y teniendo en cuenta que utilizar la volatilidad que se calcula a partir de la variable predominante en la vida del proyecto podría sobrestimar el valor de la opción, dado que, este único factor solo refleja un fragmento de la incertidumbre total del proyecto, y ante la falta de una estimación que se ajuste a un proyecto en particular y no solo al mercado en general, se requiere del uso de un estimador que recoja elementos tanto del mercado, como de las variables internas desarrolladas en el método por VPN. De esta forma, se podría utilizar como metodología más confiable, para tratar de capturar el valor que deviene de la incertidumbre, el enfoque de estimación de Volatilidad Implícita. (Méndez & Lamothe, 2007)

Conclusiones y Discusión

El valor presente neto no es un criterio suficiente para la valoración de proyectos, ya que no considera la flexibilidad que es necesaria en presencia de incertidumbre. Este aspecto si es considerado por la valoración por opciones que actúa como complemento al VPN agregando la volatilidad, el elemento que incluye la flexibilidad.

Existen diferentes metodologías para la estimación de la volatilidad, sin embargo tres de ellas son las más utilizadas dado su carácter intuitivo, su fundamentación, su aplicabilidad real, su sencillez y complejidad matemática. Estas son la volatilidad del portafolio réplica o volatilidad histórica, la volatilidad del factor predominante y la volatilidad implícita.

Aun las metodologías más utilizadas presentan problemas en su aplicación, como la dificultad de obtener información histórica, el uso de supuestos para suplir esa falta de información y excluir variables determinantes del valor de la opción.

De las metodologías más utilizadas, la volatilidad implícita es la que se considera más apropiada para la valoración de un proyecto de inversión de una empresa colombiana utilizando ROA, dado que es la más inclusiva y por ende más realista.

En este trabajo se estudiaron las metodologías más usadas y las más ampliamente fundamentadas teóricamente. Sin embargo de este punto se podría continuar profundizando en las menos comunes, se podría encontrar alguna que por su construcción sea más aplicable que la implícita y más realista. También se deben considerar estas otras metodologías pensando en su aplicación en Colombia, dado que este es un mercado donde existe difícil acceso a la información.

Referencias

Barria, C. (Enero de 2008). *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE*. Recuperado el 26 de 07 de 2011, de <http://web.ing.puc.cl/~power/paperspdf/CarlosBarria.pdf>

Bonis, S., De la fuente, G., & Azofra, V. (2005). *Universidad de Valladolid*. Recuperado el 31 de 07 de 2011, de http://www3.uva.es/empresa/uploads/dt_1405.pdf

Chavez Ocaña, J. (2004). *Biblioteca Ludwig von Mises*. Recuperado el 30 de 07 de 2001, de <http://www.tesis.ufm.edu.gt/pdf/3960.pdf>

Copeland, T. (2000). New developments in valuation. *Strategic Finance in the 21st Century* .

Copeland, T., & Antikarov, V. (2003). *Real Options, a practitioner's guide*. Nueva York: CENGAGE Learning.

Cortesao, P. M. (2006). *Monte Carlo Estimation of Project Volatility for Real Options Analysis*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2010, de http://gemf.fe.uc.pt/workingpapers/pdf/2006/gemf06_01.pdf

Fernandez, P. (1996). Opciones, Futuros e Instrumentos Derivados. En P. Fernandez, *Opciones, Futuros e Instrumentos Derivados* (págs. 19-22). España: Ediciones Deusto S.A.

Grajales, T. (27 de Marzo de 2003). *Tipos de Investigacion*. Recuperado el 16 de Marzo de 2011, de <http://tgrajales.net/investipos.pdf>

Han, H. J. (17 de Diciembre de 2007). *ESTIMATING PROJECT VOLATILITY AND DEVELOPING DECISION SUPPORT SYSTEM IN REAL OPTIONS ANALYSIS*.

Recuperado el 29 de Noviembre de 2010, de http://etd.auburn.edu/etd/bitstream/handle/10415/147/Han_Hyun_51.pdf?sequence=1

Kester, W. (1984). Today's options for tomorrow's growth. *Harvard Business Review*, 153-160.

Lewis, N., Eschenbach, T., & Hartman, J. (3 de Julio de 2008). *CAN WE CAPTURE THE VALUE OF OPTION VOLATILITY?* Recuperado el 29 de Noviembre de 2010, de <http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a901819230~db=all~jumptype=rss>

Mascareñas, J. (07 de 2007). *Universidad Complutense de Madrid*. Recuperado el 26 de 07 de 2011, de <http://www.ucm.es/info/jmas/mon/14.pdf>

Maya, C. (2008). *Metodología para la valoración de proyectos de energía eólica en Colombia bajo el enfoque de real options analysis ROA*. Medellín: Universidad EAFIT.

Méndez, M., & Lamothe, P. (Octubre de 2007). *Univerisia*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2011, de <http://ubr.univerisia.net/pdfs/UBR0032007026.pdf>

Mun, J. (2006). *Real Options Analysis: tools and techniques for valuing strategic investment and decisions*. United States of America: John Wiley & Sons.Inc.

Peña, I., Miner, J., & Nagore, O. (2000). *Ensino*. Recuperado el 26 de 07 de 2011, de <http://www.ensino.uevora.pt/tf/papers/pena.pdf>

Sandino, M. (1999). Metodología de la investigación científica Articulación de los elementos básicos del proceso de investigación. Segunda edición. Medellín: Librería Jurídica Sánchez R, Ltda.

Suarez, A. (2005). *E-print Complutense*. Recuperado el 02 de 12 de 2010, de Biblioteca Universidad Complutense: <http://eprints.ucm.es/6820/1/0404.pdf>

Vanegas, F., & Fundia, A. (2006). OPCIONES REALES, VALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS Y ESTRATEGIAS DE NEGOCIOS: Aplicaciones al caso mexicano. *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, vol. LXXIII, núm. 290, 363-405.