

# ARTÍCULOS

**Guillermo Muñoz**



**OPCIONES REALES:  
HERRAMIENTA  
COMPLEMENTARIA PARA  
LA TOMA DE DECISIONES  
DE INVERSIÓN BAJO  
ALTA INCERTIDUMBRE**

## RESUMEN

El documento trata sobre el uso de las opciones reales como metodología complementaria al enfoque tradicional del Valor Actual Neto, en la valoración de proyectos de inversión empresariales sometidos a escenarios de alta incertidumbre. Bajo estos escenarios el método tradicional de flujo de caja descontado puede subvalorar proyectos al no involucrar la dinámica de las estrategias gerenciales ante el manejo de la incertidumbre. Se describen las características de las opciones financieras y sus modelos de valoración como fundamento de las opciones reales, sus tipos y las ventajas y dificultades que esta metodología presenta para su aplicación.

**Palabras Claves:** Valor Actual Neto, Opciones Financieras, Opciones Reales,

## ABSTRACT

This document deals with the use of Real Options as complementary method for valuing investment projects to the traditional valuation methods of discounted cash flow and net present value.

Under uncertainty, cash flow discounted methods do not explicitly take into account the dynamics of managerial decisions, and often undervaluing profitable investment projects. Here, the main characteristics of real options and other main valuation methods are described, together with the use of real options, their main classification, advantages and main difficulties in working with this method.

**Keywords:** Net Present Value, Real Options, Financial Options

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro del campo de las decisiones de inversión, se presenta como parte inherente a ellas la situación de tomarlas bajo muy elevados niveles de incertidumbre.

Las decisiones de inversión representan un aspecto crucial para cualquier empresa ya que ellas afectan el largo plazo de la organización, tanto en el grado de éxito competitivo como en su viabilidad. Estas se dirigen a objetivos estratégicos y financieros.

Dentro de este campo de las decisiones de inversión, se presenta en la realidad y con elevada frecuencia la situación de tener que tomarlas bajo muy elevados niveles de incertidumbre, por ejemplo el lanzamiento de un producto al mercado, las condiciones macroeconómicas inestables características de muchos países latinoamericanos, incertidumbres políticas, incertidumbres tecnológicas, etc.

Bajo estas variables, las decisiones de inversión en algunos tipos de proyectos aconsejan la valoración de los mismos por etapas, situaciones que ocurren a través de un proceso secuencial de “adquisición” de información, una especie de pruebas y ajustes en función de lo que se va encontrando. Este proceso de “tantear y avanzar” hace que las decisiones de inversión sean contingentes a los resultados de las fases anteriores.

Por ejemplo, las empresas petroleras continuamente tienen que desarrollar nuevas áreas y tomar decisiones de inversión con desconocimiento de lo que encontrarán: ¿Si habrá o no petróleo?, ¿En qué volúmenes?, ¿De qué calidad?, ¿Será explotable económicamente con las tecnologías existentes? Situaciones análogas ocurren en los procesos de Investigación y Desarrollo, sean éstos de nuevos productos, nuevos procesos o nuevas tecnologías<sup>1</sup>.

En el ámbito de la toma de decisiones de inversión y evaluación de proyectos, los métodos tradicionales de valoración se fundamentan en la

---

1 CONTRERAS, H. y MUÑOZ, G. Opciones Reales. Enfoque para las decisiones de inversión bajo alta incertidumbre. Ediciones de la U. Bogotá, 2013.

obtención del flujo de caja descontado (FCD) y aplicación del modelo de Valor Actual Neto (VAN).

El modelo está basado en supuestos, que por su simplificación lo convierten en una sencilla herramienta, pero sus mismas premisas crean una inflexibilidad que puede en algunos casos, producir rechazos de proyectos estratégicos potencialmente rentables, pero que no pasan el filtro de este modelo.

Lo anterior se explica, dado que el modelo supone "*Que las consecuencias futuras de una decisión de inversión son determinísticas, es decir, que son predecibles con certeza total*".<sup>2</sup>

Supone que en un proyecto las decisiones son estáticas en el tiempo, o una caja negra, por ende se asume que los gerentes, directivos, etc. en la empresa, no cambian las mismas, situación que es muy poco probable en la realidad en que se mueve el mundo empresarial. En toda decisión de carácter prospectivo, el elemento *variabilidad e incertidumbre* es inherente a la toma de decisiones de inversión o valoración de una compañía o negocio y como describe Amram y Kulatilaka<sup>3</sup>, "desde el punto de vista tradicional, cuanto mayor es el nivel de incertidumbre, menor es el valor del activo". En este enfoque, el modelo VAN supone subestimar el valor de proyectos que tienen asociada una alta incertidumbre cuyo manejo es limitado con solo aplicar esta metodología de valoración.

Con estas premisas que contemplan considerar la flexibilidad de tomar decisiones y esperar información ante la incertidumbre, el VAN no se adecúa a situaciones de esperas o diferimiento de hacer la inversión o parte de ella, o abandonar el proyecto, como por ejemplo venderlo antes de terminarlo si la información del entorno es negativa. Estos elementos al utilizar el VAN pueden subvalorar los proyectos, y posiblemente rechazarlos, dado que no valoran la *opción o flexibilidad* que tienen los mismos de hacerlo más adelante, no hacerlo, o retrasarlo en la medida que se vaya obteniendo información.

El VAN queda como una metodología adecuada para toma de decisiones inmediatas tipo (ahora o nunca), donde las reacciones estratégicas al entorno, tras obtener información a futuro son pocas veces valoradas.

## **2. Las opciones reales como herramienta para la toma de decisión bajo alta incertidumbre**

Considerar dentro de las decisiones de inversión, el cambio, la incertidumbre, el riesgo y reconocer que en ella existe valor para la gerencia,

---

2 VELEZ P. I. *Decisiones empresariales bajo riesgo e incertidumbre*. Norma, Bogotá 2003, p.85

3 AMRAM, M., y KULATILAKA, N. *Opciones Reales*, Gestión 2000. Barcelona 2000.

en la medida que esta va obteniendo información para tomar las acciones o estrategias (flexibilidad) en el transcurso de ella, hace que la metodología de valoración de inversiones adquiera otra dimensión, acercándola más a la realidad cotidiana de la toma de decisiones en el mundo empresarial.

Por ejemplo las empresas petroleras continuamente tienen que desarrollar nuevas áreas de exploración y tomar decisiones de inversión con desconocimiento de lo que encontrarán; ¿habrá o no petróleo?, ¿en qué volúmenes?, ¿existe la tecnología para su explotación?

Para abordar estos escenarios de decisión, se ha estudiado la posibilidad de aplicar el enfoque derivado de la Teoría de las Opciones Financieras, que permite determinar el valor económico de activos financieros, cabe decir acciones, bonos, monedas, *commodities*, para utilizarla en la valoración de "Activos Reales".

Lo anterior, lo propone la valoración por opciones reales (VOR), cuyo modelo es ampliamente utilizado en una diversidad de situaciones y sectores de negocio. Una Opción Real, usa la teoría de opciones financieras para evaluar activos físicos o reales, a diferencia de instrumentos financieros. Se intenta aplicar la metodología de valoración de opciones financieras a la valoración de inversiones productivas o empresariales.

La VOR a diferencia del flujo de caja descontado puro, permite capturar el valor de la incertidumbre, producto de las alternativas y opciones que el futuro tiene, y que se convierte en una variable a considerar en el problema de la toma de decisión.

Tal como plantean Amram y Kulatilaka<sup>4</sup>, el punto de vista de las opciones reales demuestra que una mayor incertidumbre puede provocar un valor superior del activo si los directivos logran identificar y utilizar sus opciones para responder con flexibilidad al desarrollo de los acontecimientos.

### 3. Las opciones financieras

Así como el VAN replica el comportamiento de un instrumento financiero libre de riesgo como un bono, para valorar los flujos generados por las inversiones físicas, las opciones reales de manera *similar*, se relacionan con los instrumentos conocidos como opciones financieras.

Como se ha mencionado, las opciones reales se basan en la teoría de las opciones financieras, instrumento derivado o contrato cuyo valor depende de otro activo, denominado *activo subyacente* y que son utilizados como medios de cobertura al riesgo de los movimientos adversos al precio de los activos subyacentes en los mercados *spot*, o para oportunidades de especulación o arbitraje. Estos instrumentos se transan globalmente en diferentes mercados

---

4 AMRAM, M., y KULATILAKA, N. Op. Cit.

organizados, tales como el NYME (*New York Mercantil Exchange*) en los Estados Unidos, existiendo este tipo de mercado también en Latinoamérica como Argentina, Colombia, Brasil y México, entre otros.

Una opción financiera le da a su propietario el derecho pero no la obligación de comprar o vender el activo subyacente a un precio *preestablecido*. Este activo subyacente puede ser una acción, una tasa de interés, una materia prima (petróleo, trigo, etc.) que es el sujeto del contrato a intercambiar entre las dos partes que intervienen, un comprador y un vendedor.

La cualidad de estos contratos de opciones financieras es su carácter *asimétrico*, ya que la parte que *compra* en el contrato de opción es quien tiene el *derecho* pero no la obligación de *comprar o vender el activo subyacente* (por ejemplo 100 acciones de una empresa) al precio preestablecido, denominado *precio de ejercicio*, en la fecha determinada (o antes); mientras la contraparte, la que *vende o emite* el contrato de opción, tiene la *obligación de vender o comprar el activo subyacente* al precio de ejercicio establecido, en caso que la otra parte decida ejercer su derecho. Este último asume esta posición, por cuanto el comprador de una opción debe pagarle una *prima* al vendedor; si el comprador no ejerce, el vendedor de la opción gana la prima (análogo a la compra de un seguro de salud).

Existen dos tipos básicos de opciones financieras: la *opción de compra (call option)*: da a su propietario el *derecho a comprar* el activo en una fecha determinada por un cierto precio denominado *precio de ejercicio* preestablecido, y la *opción de venta (put option)*: da al propietario el *derecho a vender* un activo en una fecha dada al precio de ejercicio establecido.

Si el precio del activo subyacente supera el precio de ejercicio el *comprador de un call* ejercería la opción (compra más barato el activo), si es lo contrario no la ejercería (dejaría vencer el contrato de opción o en otros tipos de opciones espera el derecho a ejercer), verificando su posición de derecho, pero no obligación de ejercerla cuando la comparación entre el precio de ejercicio y el del activo subyacente, sea favorable de acuerdo a la posición tomada en el contrato de opción (compra o venta); esto sugiere el carácter *flexible* que tienen estos instrumentos para el comprador.

Dentro de la clasificación de opciones de compra y venta, se subdividen dos tipos de opciones, la opción Europea y la Opción Americana, denominadas *vanilla options* (llamadas así por ser las más comunes, aunque existen otros tipos como Bermudas, Asiáticas, exóticas).

Una opción *Europea* sólo puede ser ejercida en la fecha de vencimiento, mientras que una opción *Americana*, puede ser ejercida en cualquier momento hasta su fecha de vencimiento inclusive.

Es decir las opciones de compra y venta pueden ser europeas, lo que implica que pueden ejercerse solo en la fecha establecida de vencimiento. Igualmente existirán opciones de compra y venta americanas, que podrán ejercerse o ejecutarse en cualquier momento, incluyendo la fecha de vencimiento establecida.

## 4. El valor de una opción

El valor o precio de la opción viene representado por la *prima*, que es la compensación monetaria que recibe el vendedor de la opción por el riesgo que asume (siempre tiene la obligación de comprar o vender el subyacente si la otra parte ejerce la opción).

Dado que en la opción se fija un *tiempo* de vencimiento para su ejercicio, intuitivamente podemos pensar que uno de los factores que intervienen en el valor de la opción o prima es el valor *tiempo*. Al entrar en una opción, el movimiento del *precio* del subyacente, tendrá en momentos dentro de la duración del contrato, posiciones favorables o desfavorables para ejercerla por parte del propietario de la opción. En el caso de las europeas, solo podrá ejercer cercano al vencimiento, en las americanas, al poder ejercer en cualquier momento, tendrá que decidir si ejerce en ese momento o *espera al vencimiento*.

De allí que el valor (o la prima) de una opción se puede dividir en dos componentes:

- El valor intrínseco (el valor calculado al momento de ejercer)
- El valor tiempo, valor temporal o valor extrínseco (el valor de la espera a ejercer)

Por lo tanto el valor de la prima de una opción se podrá expresar como:

$$\text{Prima} = \text{Valor intrínseco} + \text{Valor temporal}$$

El valor intrínseco se puede definir como el valor que tendría una opción en un momento determinado si se ejerciese inmediatamente.

El valor intrínseco de una opción de compra o *call* es el valor máximo entre la diferencia del valor del activo subyacente y el precio de ejercicio, o cero.

$$\text{Máx}(S - X, 0) > 0$$

Donde S es el valor de subyacente y X el precio de ejercicio.

En el caso de las opciones de Venta o *Put*, es el valor máximo entre la diferencia de precio ejercicio y el valor del activo subyacente o cero, de manera que ejercerá la opción si:

$$\text{Máx}(X - S, 0) > 0$$

Donde S es el valor de subyacente y X el precio de ejercicio.

Lamothe y Pérez<sup>5</sup>, se refieren al segundo componente del valor de la opción, valor temporal:

“El valor tiempo de una opción es simplemente la valoración que hace el mercado de las probabilidades de mayores beneficios con la opción si el movimiento del precio del activo subyacente es favorable. Es decir el valor tiempo tiene un componente eminentemente *probabilístico*; por consiguiente, en su determinación tendrá una importancia decisiva la distribución estadística que se asuma para las variaciones futuras del precio del activo subyacente”.

Otras importantes variables que intervienen en la determinación del valor de una opción son:

- Precio del Subyacente (S): las alzas del precio favorecen las primas de las opciones *Call* y descensos a las *Put* y viceversa.
- Volatilidad ( $\sigma$ ): *variable clave* en el valor de la opción. Es el rango de variaciones del precio del subyacente, se mide por la desviación estándar del rendimiento del activo subyacente. La volatilidad se desconoce al momento de estimar precios y efectuar transacciones con opciones.
- Dividendos (D): sí afectan negativamente al precio del subyacente, producirá disminución en las *Call* e incrementos en las *Put*.
- Tipo de interés ( $r_f$ ): las tasas de interés libre de riesgo tienen su relativo efecto en las opciones de compra en la medida que estas sean más altas y en las *Put* mientras sean bajas. En términos generales su efecto en relación a los otros factores no es muy importante.
- Plazo de vencimiento de la opción (t): bajo el concepto de valor extrínseco, la opción tendrá mayor valor mientras más largo sea el plazo de vencimiento. A mayor incertidumbre en el tiempo, mayor valor de la opción.
- El precio de Ejercicio (X): Para las opciones de compra el valor de la opción será mayor, cuanto menor sea el precio de ejercicio. Para las opciones de venta, tendrá mayor valor mientras aumenta el precio de ejercicio.

Las opciones financieras pueden valorarse de acuerdo a varios modelos; unos analíticos como la expresión desarrollada por los premios Nobel (1973) Black-Scholes-Merton y algunas derivaciones del mismo para distintos activos subyacentes y los modelos *discretos* donde se utilizan enrejados binomiales, desarrollado por Cox-Rubinstein, conocido también como el método binomial.

---

5 LAMOTHE, P., y PEREZ, M. Opciones Financieras, Productos Estructurados. Mc Graw Hill, Madrid 2006, pp. 56-58.

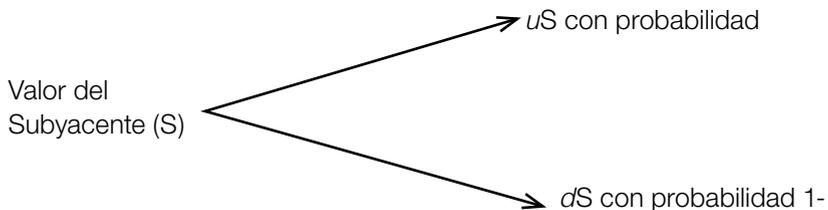
El modelo de Black-Scholes (B-S), que permitió el desarrollo de los mercados de opciones, se aplica a opciones europeas sobre acciones que no pagan dividendos durante la fecha de duración de la opción.

Se fundamenta en modelos estocásticos, donde el precio de la acción sigue un movimiento de Wiener, también llamado Browniano y en el principio de eliminación de oportunidades de arbitraje, que se explica como que el valor de una cartera de opciones tiene una *cartera de réplica* valorada en forma continua y que se construye comprando una cantidad de activo subyacente (ej: acciones) por una parte y por otra una colocación (o financiamiento, por ejemplo, préstamo con bonos) a una *tasa de interés libre de riesgo*, lo que implica que al valorar ésta obtendríamos el *valor equivalente* para la cartera de opciones; en caso que no sea igual surgirían oportunidades de arbitraje (aprovechamiento de las diferencias de precios entre dos mercados).

El modelo de B-S y sus versiones para otros activos subyacentes, representan uno de los más complejos en lo que a la literatura económica y financiera se refiere; su contribución en capturar y plasmar en una relación matemática una aproximación a la realidad de las decisiones en el mundo financiero, lo hace una herramienta invaluable, pero su complejidad lo limita para hacerlo entender a ejecutivos no familiarizados con la matemática estocástica.

Otra metodología de valoración es el método binomial aplicable para opciones americanas, europeas y ampliamente utilizado para la valoración de opciones reales, dada su facilidad de aplicación permitiendo transmitir fácilmente a terceros (ejecutivos, gerentes, etc.) sus resultados sin la complejidad matemática de los modelos analíticos, "y consiste en asumir que el valor de bien subyacente (el precio de una acción, por ejemplo) se comporta bajo un proceso multiplicativo binomial en períodos *discretos*. El movimiento de la acción podría ser ascendente o descendente<sup>6</sup> de acuerdo con la figura 1.

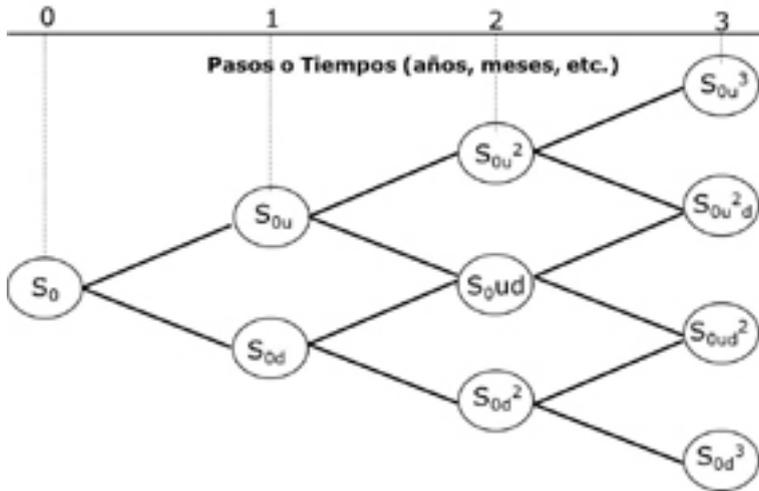
Figura 1



6 DE LARA, A. Productos Financieros Derivados: Instrumentos, valuación y cobertura de riesgos. Limusa, México, 2005, p. 93.

Donde  $u$  es el factor ascendente o incremental del precio del subyacente, si este sube, y  $d$  es el factor descendente del precio del subyacente, si este baja. El enrejado binomial ilustra en estos dos movimientos las posibles trayectorias, que en el tiempo de duración de la opción tendrá el valor del activo subyacente.

Figura 2



En la figura 2 se ilustra la construcción de un enrejado binomial de 3 pasos correspondiente al efecto multiplicativo de los factores ascendentes "u" y descendente "d" del movimiento de precios de un activo subyacente para una opción de duración 3 años, siendo cada paso del enrejado dividido en períodos de 1 año. Mientras más pasos tenga el enrejado (por ejemplo si cada paso equivale a 1 día, obtendríamos en este caso un reticulado binomial de  $1.095 \text{ pasos} = 3 \text{ años} * 365 \text{ días/año}$ ) los resultados para la valoración de opciones por este método, convergen a los arrojados por los métodos analíticos como el de B-S u otros.

El valor  $q$  y su complemento  $1 - q$ , representa la probabilidad *neutral al riesgo*, y la explicaremos como la probabilidad asignada a los flujos de caja generados durante el período de la opción; su valor se calcula en función de la volatilidad del activo subyacente.

Para valorar la opción por el método binomial, una vez construido el enrejado (como el de la figura 2) se utiliza un proceso inductivo hacia atrás, comenzando por los nodos finales del enrejado del precio del subyacente

(vencimiento de la opción) determinando el valor intrínseco de la opción en cada nodo final (dependiendo si es una opción de compra o de venta); y para los nodos anteriores, se van calculando los flujos de caja (valores extrínsecos en cada nodo), ponderados con la probabilidad neutral al riesgo, hasta alcanzar el nodo inicial. Como se podrá intuir, esto no es más que el valor actual acumulado llevado al nodo inicial, del flujo de caja descontado originado en cada nodo del reticulado binomial.

El uso del método binomial, al ser muy grandes los enrejados, exige alta capacidad de cálculo, que se ha visto facilitado por el desarrollo de las hojas de cálculo y software especializados, tales como el Crystal Ball® y Risk Simulator®.

Los modelos presentados se basan en ciertos supuestos: réplica de cartera, eficiencia de mercado, ausencia de costos de transacción; no hay limitación de comprar y vender al descubierto. La dificultad en la valoración de estos instrumentos, radica en la trayectoria de los precios del activo subyacente y sus correspondientes probabilidades, de aquí que la estimación de la volatilidad ( $\sigma$ ) sea el factor más difícil para la construcción de estos modelos de valoración.

## 5. Opciones reales y Opciones financieras

Para la valoración de las opciones reales se utiliza como base los conceptos y supuestos derivados en las opciones financieras, aunque es de destacar, que no son exactamente análogos en algunos aspectos. *"Por analogía con una opción financiera, una opción real es el derecho, pero no la obligación, de adoptar una acción que afecta a un activo físico real, a un costo predeterminado, durante un lapso de tiempo acordado o establecido; la duración del contrato de opción"*<sup>7</sup>.

Existen diversos criterios para clasificar los diferentes tipos de Opciones Reales, de los cuales aquí se incluyen los de uso más frecuente y que son considerados como los más útiles para su entendimiento y aplicación.

- a) Diferir/aprender
- b) Expandir/Reducir
- c) Abandonar

Las opciones de diferir (*wait and see*) permiten identificar en un proyecto la posibilidad de posponer su realización durante un período, sujeta a las condiciones de la competencia y el mercado. Esta flexibilidad permite al decisor reducir la incertidumbre asociada al proyecto. El aplazamiento permite a la empresa o inversionistas obtener información del mercado, o del producto.

---

<sup>7</sup> BAILEY W., BHANDARI, A., FAIZ, S. y WEEDS H. "Valoración de las opciones reales". *Oilfield Review*. Volumen N/D. 2004, p. 8.

Las opciones de expandir permiten incorporar decisiones estratégicas de crecimiento, generando futuras inversiones. La opción de reducir, permite tomar decisiones contrarias a la anterior, disminuyendo el tamaño de la inversión a cambio por ejemplo de venta de activos.

La opción de abandono permite identificar la flexibilidad de abandonar un proyecto a cambio de un ingreso por la venta de este, es decir, venderlo genera mayores beneficios que mantener la inversión dada ciertas condiciones.

Refiriéndonos a la similitud de las opciones reales con las financieras, los tipos arriba mencionados se pueden asociar según el cuadro 1:

Cuadro 1

Tipo Opción real	Analogía con Opción Financiera
Diferir/Aprender	Opción de compra europea si la fecha de vencimiento para ellas debe ser definida. Opción de compra americana si se puede tomar la opción en cualquier momento
Expandir/Reducir	Expandir: una Opción de compra europea si la fecha de vencimiento para ellas debe ser definida.  Reducir: Opción de venta o Put americana si se puede tomar la opción en cualquier momento
Abandonar	Opción de Venta o Put americana, cuando se puede tomar la decisión en cualquier momento, de acuerdo a la información que se disponga.

Desde el punto de vista de los componentes analizados para valorar una opción financiera, comparada con las opciones reales tenemos las siguientes equivalencias:

Cuadro 2

Opción Financiera Call o Put	Variable	Proyecto de Inversión
Prima o precio de la opción	(C)Call/(P) Put	Valor de la prima o del proyecto considerando la opción estudiada.
Precio de ejercicio	X	Monto hoy de la Inversión requerida para desarrollar el proyecto
Precio de Mercado del Activo Subyacente	S	Valor Presente de los Flujos de Caja Operativos del proyecto
Tiempo hasta la Expiración	T	Tiempo que se puede demorar la inversión
Varianza de los Rendimientos del Subyacente(Volatilidad)	$\sigma$	Riesgo del activo real subyacente
Tasa de interés libre de riesgo	$r_f$	Tasa libre de riesgo*
Dividendos	D	Pagos o pérdida de valor en los ingresos durante la vida del proyecto.

\*: Al considerar la variabilidad en los flujos de caja, se descuenta a tasa libre de riesgo para no afectar doblemente al proyecto con el efecto riesgo.

Asociando estos conceptos a las opciones reales, se puede verificar en el cuadro las analogías con las opciones financieras. El activo subyacente en las opciones financieras, corresponde en las opciones reales a los valores presentes de los flujos de caja proyectados y actualizados a una tasa libre de riesgo. El precio de ejercicio en la opción financiera, lo representa el monto de la inversión, o de forma general, los desembolsos que implica llevar a cabo una acción estratégica determinada.

En lo que respecta a la volatilidad del subyacente (medida por su desviación estándar), corresponderá en las opciones reales a la volatilidad contenida en los flujos de caja del proyecto, que representa la medición del riesgo como tal del proyecto o inversión.

## 6. Vínculo entre Opciones Reales (VOR) y el VAN

Imagine una empresa petrolera que durante un año tiene el derecho de construir una refinería. Durante la formulación y evaluación del proyecto, se harán los supuestos y proyecciones sobre el precio del petróleo, volumen de crudo, costos de construcción, etc. que bajo el enfoque determinístico del VAN, podrán verificar la factibilidad o no del proyecto para la empresa.

Enmarcar el proyecto bajo opciones reales, requiere de una gerencia inteligente que permita construir o visualizar opciones o combinaciones de estas tales como:

1. Seguir adelante con el proyecto bajo los supuestos tradicionales. Opción de invertir o no invertir ahora, por el modelo de VAN. Aceptar o rechazar el proyecto hoy. Ejercer la Opción de Compra hoy.
2. Reducir la escala de producción en un porcentaje, ahorrando una porción de la inversión, si nos encontramos un mercado petrolero débil. Opción de reducir, análogo a una opción de venta americana (la decisión de reducir o no se puede ejercer en cualquier momento cuando surjan las condiciones desfavorables del mercado).
3. Crecer paulatinamente, en la medida que los precios del petróleo evolucionan favorablemente, desembolsando un monto adicional para inversión. Opción de crecimiento o expansión. Análoga a una opción de compra americana.
4. Abandonar la inversión, dada una situación desfavorable en el precio petrolero vendiéndolo a un valor terminal. Análoga a una opción de venta americana.

El componente estratégico de las opciones anteriores, si se valoran por el VAN, podría resultar en rechazar los proyectos, pero al convertir los flujos de caja y valorarlos como opciones, permitirá capturar el valor de estas alternativa y dar una mayor y mejor información a la gerencia para la toma de decisiones estratégicas.

La valoración de las opciones reales anteriores y sus combinaciones generalmente se basan en las fórmulas de valoración de opciones financieras, usando generalmente el método binomial. Sin embargo, en estas mismas técnicas radica la dificultad de su valoración, toda vez que al basarse en carteras de réplica no resulta del todo adecuado utilizarlas.

Pablo Fernández<sup>8</sup> en su documento de investigación señala en su resumen: *"...Sin embargo, veremos que muy pocas veces tiene sentido utilizar directamente estas fórmulas para resolver opciones reales, porque las*

---

8 FERNANDEZ, Pablo. "Valoración de Opciones Reales: Dificultades, problemas y errores". IESE Business School, Universidad de Navarra. DI 760, 2008, p. 3.

*opciones reales son casi nunca replicables. Sin embargo podemos modificar las fórmulas para tener en cuenta la no replicabilidad”.*

Ahora bien, cómo se vinculan el valor actual neto y las Opciones Reales. El VAN es la diferencia entre cuanto valor genera un activo y su costo.

$$\text{VAN} = \text{Valor presente de los Flujos de Caja (S)} - \text{Costo de la Inversión (X)}$$

Evaluar un proyecto para tomar una decisión de inversión, similar al ejemplo de la refinería, puede asimilarse a una opción financiera de compra o Call europeo.

¿Cuándo el VAN y el valor de una opción de compra es lo mismo?

*“Cuando la decisión final de efectuar la inversión no puede ser diferida, esto es cuando la opción de la empresa ha llegado a su vencimiento y debe ser ejercida”*<sup>9</sup>. En esa fecha el valor de la opción y el VAN podrá ser igual a:

$$\text{Valor de la Opción} = \text{Max}(S - X, 0)$$

Note que el valor actual neto es igual a:

$$\text{VAN} = S - X$$

En la nomenclatura utilizada en la sección anterior “S” corresponde a Valor presente de los flujos de caja (igual al activo subyacente de la opción) y “X” el monto de la inversión (el precio de ejercicio de la opción al vencimiento).

¿Cuándo el VAN y la opción de compra se diferencian?

Cuando la decisión de inversión *puede ser diferida*, lo que incorpora dos fuentes adicionales de valor: la de ganar el valor del dinero en el tiempo, difiriendo el desembolso, y el de la incertidumbre de lo que pase mientras esperamos tomar la decisión, es decir, el valor intrínseco y el valor temporal o extrínseco.

Este valor no lo captura el VAN porque asume que la inversión *no* puede ser evitada. A diferencia de la opción real, que presume la posibilidad de diferir (ampliar, abandonar, expandir o combinaciones de estas) y proveer una forma de cuantificar el valor de la flexibilidad en la toma de decisiones, para lo que se necesitan las variables que incorporen esta fuente de valores adicionales (específicamente volatilidad ( $\sigma$ ) y vencimiento T de la opción). De esta forma la valoración de un proyecto que se pueda estructurar en una opción o conjunto de opciones, adquiere la siguiente expresión:

$$\text{VAN}_{\text{total}} = \text{VAN} + \text{Valor Opción}$$

Siendo el VAN, el valor tradicionalmente calculado, que incorpora aquella parte de la inversión que no puede ser diferida y el Valor de la Opción, que

---

<sup>9</sup> LUEHRMAN, T. “Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the numbers”. Harvard Business Review. Volumen (N/S) 1998, p. 52. (Traducción libre del autor de este documento).

permite cuantificar la flexibilidad de tomar decisiones estratégicas de aquella parte de la inversión que pueda ser diferida.

## Conclusiones

1. El VAN como método de valoración de empresas o proyectos no constituye una técnica adecuada cuando se considere algún tipo de flexibilidad o toma de acciones hacia el futuro. Su uso es exclusivo para decisiones ahora o nunca.
2. Una opción real se estructura en un proyecto o valoración de empresas cuando la decisión es estratégica y pueda definirse una *acción futura* o flexibilidad al obtenerse información que resuelva alguna incertidumbre actual.
3. Existen diferentes tipos de opciones reales: Diferir, Expandir, Reducir, Abandonar y combinaciones de estas.
4. La valoración de opciones reales aunque sean aplicadas las fórmulas utilizadas para las opciones financieras, debe ser ajustada, dado que no se adapta totalmente al supuesto de construcción de una cartera de réplica según los supuestos utilizados para las opciones financieras.
5. Las opciones reales constituyen un complemento y no una sustitución al VAN que permite mejorar y afinar la toma de decisiones que llevan implícitas decisiones estratégicas a futuro.