

**Herramientas para evaluar estrategias desde la perspectiva de rentabilidad: Análisis bibliográfico de las distintas metodologías de evaluación**  
**(Tools to evaluate strategies in accordance to their profitability: Bibliographic analysis of the different evaluation methodologies)**

**Ricardo Guillermo Lazo Freymannt<sup>♦</sup> & Eduardo Javier Treviño Saldívar<sup>◇</sup>**

<sup>♦</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Comercio, Administración y Ciencias Sociales, Nuevo Laredo, Tamaulipas, México.

<sup>◇</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Contaduría Pública y Administración, San Nicolás de los Garza, N.L., México  
Email: rlazo@uat.edu.mx

**Keywords:** evaluation, project and investment, strategy, value

**Abstract.** Among the different methods that presently exist in published literature regarding business strategy evaluation, there are those that refer to financial and economic feasibility. The present document aims to list and explain the main and most used of these methods, as well as to present other real options that have recently become part of this field of study, and then proceeds to make a comparison between them. It concludes with recommendations on which of these should be used in the present business environment.

**Palabras clave:** estrategia, evaluacion, proyecto e inversion, valor

**Resumen.** Dentro de los diferentes métodos que existen en la literatura de evaluación de estrategias empresariales, se encuentran las que hacen referencia a la factibilidad financiera y económica, este documento busca enumerar y explicar las principales y más usadas, así como presentar la metodología de opciones reales que recientemente se ha unido a esta disciplina, también se hace una comparación entre estas y se concluye con recomendaciones de cuales deberían de ser usadas en el entorno de negocios actual.

## Introducción

Uno de los principales problemas que enfrenta cualquier empresa es la volatilidad en los mercados en los que tiene ingerencia o de los cuales se abastece, una consecuencia de esto es la incertidumbre generada por estos cambios imprevistos. En la actualidad esta problemática ha tenido un peso específico en la toma de decisiones. En general todas las industrias en la actualidad se han visto inmersas en esta problemática, los constantes adelantos tecnológicos han traído costos marginales más bajos y por lo tanto servicios más baratos, esto a su vez es un factor importante en la determinación de la rentabilidad de una inversión llevada a cabo por una empresa que conforma cualquier industria, así como poder concluir si esa estrategia fue correcta. Por ello, existe la necesidad de encontrar una alternativa para evaluar la mejor herramienta para las estrategias actuales en el entorno dinámico que los rodea.

El objetivo de este estudio es enumerar y explicar las principales herramientas que se usan para evaluar estrategias que son tomadas por empresas para aumentar la generación de riqueza. Un segundo objetivo es presentar las ventajas y desventajas de las mismas y por último mediante la revisión de literatura justificar cuál de ellas es la más recomendable para el entorno cambiante que se vive en los negocios en la actualidad.

Como se comentará posteriormente en la revisión de literatura, el hecho de que sea utilizada la metodología tradicional para la evaluación de proyectos del VPN hace que se dejen fuera posibles escenarios, así como el hecho de no considerar posibles costos de oportunidad u opciones alternas a la inversión hecha. La premura con la que se deben de hacer las evaluaciones de proyectos en donde intervienen altos niveles de tecnología pudiera ocasionar efectivamente errores en la subestimación de la generación de valor del proyecto, esto pudiera ser evitado mediante el análisis de factibilidad en la aplicación de la correcta metodología según el caso a evaluar. Los principales beneficiados al usar la metodología correcta es encontrar de forma más exacta la rentabilidad de las decisiones, así como encontrar cual es la mejor decisión dentro del catálogo de posibilidades en el cual se encuentren.

## **Metodología**

La metodología utilizada en este documento fue la investigación documental, dicha metodología formo parte de una estrategia para observar y reflexionar de forma sistemática y ordenada sobre los diferentes aspectos de los métodos para evaluar y categorizar proyectos de inversión. El estudio de diferentes fuentes bibliográficas con base en la recolección, selección y análisis de diferentes fuentes con solido rigor científico da como resultado un aporte coherente. La pregunta que se busca contestar es si las metodologías tradicionales son lo suficientemente robustas como para llevar un análisis de factibilidad y ayude a un inversionista a tomar la mejor decisión. La revisión bibliográfica incluye artículos de revistas especializadas, libros, estudios críticos y tesis académicas. Este estudio enumera cada una de las metodologías que se usan comúnmente para evaluar proyectos y explica cada una de los tipos de opciones reales y aplicaciones.

## **Herramientas clásicas para evaluar proyectos estratégicos**

La razón de ser de la empresa según la teoría neoclásica es maximizar utilidades para el accionista o empresario, (Amram & Kulatilaka, 1999) este objetivo se alcanzará mediante la toma de decisiones de inversión que puedan incrementar el valor de ella. Uno de los principales retos al que se han enfrentado aquellas personas que emprenden algún tipo de empresa es el crear valor con los recursos invertidos en dicho proyecto, la pregunta sería ¿cómo aumentar la riqueza mediante la toma de una decisión u otra alternativa? Una primera respuesta esta incógnita pudiera ser en palabras de Mayfield (1997) “la diferencia entre el capital invertido y el valor de mercado de capital es la verdadera medida de la riqueza creada. El resultado positivo de esta medida significa que se ha logrado generar riqueza y valor a los accionistas”

Según Amram y Kulatilaka (1999) el costo de oportunidad de una inversión no sólo se encontrará según la cantidad invertida en un proyecto o el flujo de caja del mismo o el riesgo inherente, sino también en el impacto a corto plazo como en el futuro por la toma de decisiones. El porqué es

importante llevar a cabo una evaluación de proyectos, es la determinación del valor del activo que se producirá realizando una inversión determinada.

### *Valor Presente Neto*

El enfoque tradicional para evaluar proyectos de inversión en los últimos tiempos es el de flujo de caja descontado o VPN, el cual consiste en descontar todos aquellos flujos futuros que tenga el proyecto a una tasa dada (costo del capital invertido) según el riesgo de cada proyecto cada tasa puede variar. Se ha vuelto importante el hacer una correcta valuación ya que dependiendo de la viabilidad o no se incluyen en presupuesto de capital de una empresa, este consiste en todas aquellas operaciones como generar, evaluar, seleccionar y examinar continuamente las alternativas de desembolso capitalizables.

Según Mascareñas (2004) una de las principales desventajas de usar el método de flujo de caja descontado es que al surgir de un método desarrollado para la valoración de bonos libres de riesgo, se hace una analogía entre lo que son los cupones del bono y los flujos de caja del proyecto. La ventaja de tomar como herramienta de evaluación de proyectos para inversiones las metodologías tradicionales es que se pueden usar para tomar decisiones que no admiten demora o que la premura del tiempo definen la realización del proyecto, debido a esto es que es lo más idóneo para la toma de decisiones de inversión rápidas pero según lo anterior ¿cómo se puede definir lo que es una inversión? no es otra cosa sino el flujo de efectivo pertinente que debe considerarse al evaluar un desembolso capitalizable en perspectiva, el cálculo de esto se hace sumando de forma total todo lo que pudiera ser considerado una entrada de dinero y todas aquellas salidas o costos, según Gitman (1997) las principales variables a considerar en este tipo de análisis son los costos del proyecto, los costos de haber llevado a término la instalación, rendimientos por la venta de algún activo en particular, y el pago de impuestos por la operación anterior. Otra forma de definir a una inversión es la erogación que realiza una empresa con la esperanza de recibir beneficios futuros.

El índice de rentabilidad es otra forma de determinar si un proyecto de inversión es rentable, ya que es la razón matemática entre el valor presente

de los flujos de caja entre el valor de la inversión inicial, un índice mayor a uno se consideraría un factor para determinar que un proyecto es rentable ya que los flujos esperados traídos a valor presente son mayores a los costos iniciales de inversión este resultado nos arroja creación de valor en la operación.

### *Tasa Interna de Retorno de un Proyecto*

La tasa interna de retorno es la tasa de descuento usada en evaluación de proyectos que hace que el valor presente neto de todos los flujos de un proyecto en particular sean igual a cero. En términos generales, entre más alta sea la Tasa Interna de Retorno, más deseable será llevar a cabo el proyecto. Como tal, la Tasa Interna de retorno puede ser usada para jerarquizar proyectos prospectivos que una empresa esté considerando. Asumiendo que todos los factores son iguales entre las diferentes alternativas de inversión, el proyecto con la mayor Tasa Interna de Retorno podría ser considerado el mejor y puesto en marcha primero (Ross et al., 2000)

Podemos pensar en la Tasa Interna de Retorno como una tasa de crecimiento que un proyecto se espera que genere. Mientras que la Tasa de Retorno que un proyecto dado termina generando a menudo diferirá con su estimada Tasa Interna de Retorno, un proyecto con una Tasa Interna de Retorno substancialmente más alta que otras alternativas seguiría dando una mejor oportunidad de mejor crecimiento (Gitman, 1997). Las Tasas Internas de Retorno también pueden ser comparadas contra otras tasas de retorno en los mercados de dinero y capitales. Si una firma no puede encontrar proyectos con una Tasa Interna de Retorno mejores que los retornos ofrecidos en los mercados financieros, posiblemente decidirá invertir sus utilidades retenidas en dichos mercados.

### *Diferencias entre VPN y TIR*

Ambas medidas son usadas primariamente en evaluación de proyectos, por el cual compañías determinan si una oportunidad de inversión o expansión es financieramente viable. Dada cualquier oportunidad de inversión, una firma necesita decidir si tomar un proyecto generará beneficios económicos netos o pérdidas para la compañía (Gitman, 2003). Para hacer

esto, la compañía estima si los flujos de efectivo futuros del proyecto y los descuenta al valor presente usando una tasa de descuento que representa el costo de capital del proyecto y el riesgo. Después, todos los flujos positivos futuros de la inversión son reducidos a un sólo valor presente. Le resta dicho número a la inversión inicial requerida para la inversión resulta en el Valor Presente Neto de la inversión.

Pensemos que una compañía quiere comprar una firma publicitaria pequeña. La compañía determina los flujos de efectivo generados por la firma publicitaria, y los descuenta a una tasa dada, lo cual brinda el valor presente. Si el dueño de la compañía publicitaria está dispuesto a vender por menos que le valor presente de los flujos de efectivo futuros descontados a una tasa dada, se debe aceptar el proyecto. El diferencial de los flujos de efectivo descontados a valor presente y la inversión inicial representan el valor intrínseco que será adherido por la compañía si toma el proyecto.

Suponiendo que la compañía antes mencionada tiene un Valor Presente Neto Positivo, desde el punto de vista de negocios, dicha firma debe saber también la tasa de retorno que será generado de la inversión. Para hacer esto, la firma recalcularía la ecuación del Valor Presente Neto, en ésta ocasión colocando el factor del Valor Presente Neto en cero, y resolviendo por la ahora tasa de descuento desconocida. La tasa resultante es la Tasa Interna de Retorno de la inversión. En proyectos de inversión, hay un conjunto de enfoques diferentes que pueden ser usados para evaluar un proyecto, y cada enfoque tiene sus ventajas y desventajas.

### **Desventajas de los métodos clásicos como criterios de evaluación financiera**

Manteniendo todos los factores constantes, el usar La Tasa Interna de Retorno y el Valor Presente Neto para evaluar proyectos a menudo resulta en los mismos resultados. Sin embargo, hay un número de proyectos para los que usar la Tasa Interna de Retorno no es tan efectivo como usar el Valor Presente Neto para descontar flujos de efectivo. La mayor limitación de la Tasa Interna de Retorno es también su mayor fortaleza: usa una sola tasa de descuento para evaluar cada inversión (Ross, 2000).

Aunque el usar una sola tasa de descuento simplifica los análisis, hay un conjunto de situaciones que causa problemas para la Tasa Interna de Retorno. Si una analista está evaluando dos proyectos, con flujos de efectivo predecibles, un horizonte de tiempo corto, la Tasa Interna de Retorno puede probablemente funcionar. La cuestión es que la tasa de descuento normalmente cambia durante periodos de tiempo. Por ejemplo, piense en usar la tasa de retorno de un bono del Tesoro en los últimos 20 años como tasa de descuento. Los bonos del Tesoro de un año retornan 1% y 12% en los últimos 20 años, claramente la tasa de descuento está constantemente cambiando.

Sin modificaciones, la Tasa Interna de Rendimiento no toma en cuenta tasas de descuento cambiantes, de manera que no es adecuado para proyecciones a largo plazo que se espera que varíen (Gitman, 2003). Otro tipo de proyecto para el cual el cálculo básico de la Tasa Interna de Retorno no es efectivo es un proyecto con una mezcla de múltiples flujos de efectivo positivos y negativos. Por ejemplo, un proyecto para el cual los vendedores deben reinventar el estilo cada par de años para estar actuales para un nicho de mercado de ropa. Si el proyecto tiene flujos de efectivo de - \$50,000 en el primer año (desembolso de capital inicial), retorno de \$115,000 en el segundo año y costos de \$66,000 en el año tres porque el departamento de mercadotecnia necesitaba revisar el proyecto, la Tasa Interna de Retorno no puede ser usada. Recuerde que la Tasa Interna de Retorno es la tasa de descuento que hace que un proyecto empate sus ganancias con sus costos. Si las condiciones de mercado cambian a través de los años, el proyecto tendrá dos o más Tasas Internas de Retorno.

Así, hay por lo menos dos soluciones para Tasa Interna de Retorno que hacen que la ecuación sea igual a cero, puesto que hay múltiples tasas de retorno para el proyecto que producen múltiples Tasas Internas de Retorno. La ventaja de usar el método del Valor Presente Neto es que VPN puede manejar múltiples tasas de descuento sin problemas. Cada flujo de efectivo puede ser descontado por separado uno del otro.

Otra situación que causa problema a los usuarios de la Tasa Interna de Retorno es cuando la tasa de descuento de un proyecto no es sabida. Para que la Tasa Interna de Retorno sea una manera válida para evaluar un proyecto, debe ser comparada con una tasa de descuento. Si la Tasa Interna de Retorno está arriba de la tasa de descuento, el proyecto es deseable; si

está por debajo, el proyecto es considerado no deseable. Si la tasa de descuento no es conocida, o no puede ser aplicada a un proyecto específico por cualquier razón, la Tasa Interna de Retorno es de valor limitado. En estos casos, el Valor Presente Neto es un método superior. Si el Valor Presente Neto de un proyecto está arriba de cero, entonces es ser financieramente aceptable.

Entonces, se puede uno preguntar por qué es usada la Tasa Interna de Retorno en Evaluación de Proyectos Su popularidad es probablemente un efecto directo de su simplicidad. El Valor Presente Neto es complejo y requiere suposiciones en cada etapa, la tasa de descuento, la posibilidad de recibir el pago en efectivo, etc. La Tasa Interna de Retorno simplifica proyectos a un solo número, que la administración puede usar para determinar si un proyecto es viable económicamente. El resultado es simple, pero para cualquier proyecto que sea a largo plazo, que tenga múltiples flujos de efectivo con diferentes tasas de descuento, o que tenga flujos de efectivo inseguros, en realidad, para casi todo proyecto, la Tasa Interna de Retorno no es buena para más que una presentación de valor.

Por último, la metodología del valor presente neto (VPN) consiste en la proyección de los flujos de caja de un proyecto traídos a valor presente, la evaluación consiste en contrastar mediante una diferencia este resultado y el desembolso inicial que viene por concepto de la inversión inicial del proyecto. Este último análisis puede llegar a ser confiable cuando los flujos de efectivos proyectados son constantes y el cálculo se realiza para una inversión que es a largo plazo.

Distintos autores han encontrado también desventajas en esta forma de evaluar. Según Mascareñas (1999) las principales limitaciones de este enfoque es el suponer que los valores de los flujos son conocidos al inicio del análisis. Este estado de rigidez impide suponer posibles cambios debido a factores externos atribuidos al mercado. Otra limitante es el considerar la tasa de descuento del proyecto como conocida y además constantes, esta situación es incorrecta ya que dicha tasa es incierta. Con lo anterior podemos concluir que el uso del valor presente neto como parámetro para evaluar un proyecto es confiable si se usa en proyectos de muy corto plazo en donde se esté seguro plenamente tanto de los flujos como de la tasa de descuento, se pueden llegar a cometer errores en este sentido, como suponer tasas muy

altas, esto con el fin de compensar riesgos, ya que esto pudiera llevar a rechazar fácilmente cualquier proyecto.

En conclusión a todo lo anterior se puede decir que el uso del valor presente neto es la consideración de un solo escenario, lo que hace prácticamente imposible el hecho de adaptarse a condiciones de cambio constante como las del mercado. Trigeorgis (1993) comenta al respecto que una ventaja que pudiera haber si el análisis de inversión fuera más dinámico es que la posibilidad de incrementar el valor de las oportunidades de inversión así como los posibles flujos o beneficios futuros serían mayores. Si lo anterior lo extrapolamos a la industria de las telecomunicaciones podemos intuir que el enfoque del valor presente neto sería una herramienta poco útil o mejor dicho no nos ayudaría mucho para poder evaluar proyectos en donde el dinamismo y la incertidumbre cotidiana al cual se encuentran ligados juega un papel determinante.

## Opciones financieras

Una opción financiera es aquella cuyo activo subyacente puede ser cualquier tipo de activo financiero como por ejemplo una acción, un índice bursátil, una obligación, una divisa, etc. Mascareñas (2004) bajo este mismo enfoque, comenta que una opción real es aquella en donde el activo subyacente es un activo real, término acuñado por primera vez por Myers (1984), el cual puede ser, un inmueble, una empresa, algún proyecto de inversión. Según Mascareñas (2004) independientemente del activo subyacente del que se esté hablando, una Opción Financiera o Una Opción Real, el valor de la Opción se encontrara en función de seis variables:

- a) Precio del activo subyacente (S): si se está hablando de una opción financiera el precio del activo subyacente será el precio en el presente del activo financiero. En el caso de la opción real será el valor presente del activo subyacente, que es lo mismo que el valor presente de los flujos de caja que se espera tenga el activo en cuestión. Un aspecto que sería bueno no dejar fuera de esta definición es que en el caso de la opción financiera es que el valor del activo subyacente no es muy difícil de estimar en cambio en el caso de la opción real se podrá de forma aproximada.

- b) El precio de ejercicio ( $X$ ): en el caso de la opción financiera es el precio al cual puede ser ejercida la opción por parte del dueño de la misma, es decir el precio al que puede comprar el tenedor de esa opción el activo subyacente, el caso en donde la opción permite la compra del activo subyacente se llama opción call y en el caso en donde la opción permite la venta del activo subyacente se denomina put. En el caso de las opciones reales el precio de ejercicio equivale al precio que se necesitaría pagar por el activo en dado caso que se quisiera adquirir, en el caso de la inversión esto incluiría por supuesto los flujos de caja esperados.
- c) Tiempo hasta el vencimiento ( $t$ ) es el tiempo con el cual cuenta el propietario tanto de la opción financiera como el de la opción real para poderla ejercer.
- d) Riesgo o volatilidad ( $\sigma$ ) la desviación estándar o está la cuadrado es la varianza indica la volatilidad del precio del activo subyacente cuyo precio esta denotado por  $S$  con la salvedad que su nivel puede cambiar en el futuro, desde el punto de vista de las opciones reales este parámetro nos indica que tanto pueden llegar a estar equivocadas nuestras estimaciones sobre el valor del activo subyacente.
- e) Tasa de interés libre de riesgo ( $r_f$ ) este factor lo que refleja es el costo del dinero a través del tiempo o el costo de oportunidad del dinero.
- f) Los dividendos ( $D$ ): es el dinero generado por la opción durante el tiempo que el dueño de la opción la posee y no la ejerce. Según Mascareñas (2004) estas variables tienen un impacto diferente sobre el valor de la opción según el sentido que tomen por ejemplo: Si el valor del activo subyacente aumenta el valor de la opción de compra, así como el precio de ejercicio si este aumenta el valor de la opción descenderá y viceversa de igual forma el tiempo, este juega un papel importante en el valor de la opción en dado caso que el periodo de tiempo aumente, en el caso de las opciones reales, la probabilidad de que en este lapso se den condiciones favorables que beneficien al proyecto se traducen en una aumento en el valor de la opción. En cuanto al riesgo asociado al activo subyacente cabe aclarar que el riesgo entre mayor sea debe traducirse en un mayor valor para dicho instrumento esto se debe a la asimetría existente entre las pérdidas y ganancias. El aumento en la tasa libre de riesgo perjudica al valor de la opción ya que este efecto penaliza a los flujos de caja haciendo

que el descuento de los mismos sea menor por lo que el valor presente de estos disminuye, en el caso de aumento en el nivel de los dividendos perjudica al valor de la opción ya que el tenedor de este instrumento de alguna forma ve disminuido el valor del activo subyacente en este caso como se comentó al inicio de este párrafo el valor de la opción y del activo se mueven en el mismo sentido.

La mayoría de los agentes económicos ya sean individuos o empresas se encuentran comúnmente en la disyuntiva de llevar a cabo una acción y en contraposición se encuentra una opción alterna; un ejemplo de esto puede ser el estudiante que decide entrar a estudiar una carrera profesional; el estudiante puede en lugar de emprender este proyecto de vida entrar al mercado laboral a temprana edad, se dice que él tiene la opción de estudiar y puede ejercerla o no, esto quiere decir que puede decidir por ella o no. Los tipos de opciones en la cuales se puede dividir la toma de decisiones es una labor difícil así como su valoración (Mc Donald & Siegel, 1986).

El primer tipo de Opciones es la que contempla el Diferimiento o el Aprendizaje. La primera según Paddock (1988) es la que le da al propietario de la opción el derecho de aplazar el momento de entrar a invertir en un proyecto, la razón de ser de esta opción es darle al tenedor la certidumbre acerca del valor del activo subyacente. Cuando el inversionista rechaza la opción de diferir se dice que el diferimiento es un costo de oportunidad de la inversión, esta situación se justifica cuando el valor presente de los flujos de caja del proyecto excede al costo de inversión inicial en un monto equivalente al del costo de diferir el proyecto.

El segundo tipo de opción que es la de aprendizaje, según Tourinho (1979) es aquella en donde la empresa decide acelerar el proceso de obtención de información, con la finalidad de reducir la brecha entre la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y poder recomponer sus estimaciones de los niveles de demanda esperados. El valor de este tipo de función se encuentra en función de dos variables (Triman, 1985), la primera es la exactitud de la información obtenida a través del aprendizaje y la segunda es el impacto que pudiera llegar a tener el aprendizaje en la toma de decisiones, esto es la certidumbre que se pudiera tener al final del proceso. Según Ingersolt & Ross(1992) el comercio de este tipo de información puede ser muy valioso aunque el valor presente neto del mismo sea negativo.

En el tercer tipo de clasificación de las opciones son: el de inversión / crecimiento, este tipo de opciones se dividen en tres tipos, (Pindyck, 1988), la primera es la opción de llevar a cabo una ampliación en inglés este tipo de opción se le conocen como scale up option, este tipo de opción da derecho al propietario a obtener una parte adicional del proyecto a cambio de un costo extra (precio del ejercicio), (Carr, 1988), lo anterior es igual a que se adquiera una opción de compra sobre la parte adicional al proyecto que se quiere, este tipo de opción puede jugar un papel importante en futuros planes por parte de la empresa para crecer; este tipo de opciones tienden a ser ejercidas cuando el panorama futuro tiende a ser estable (Trigeorgis, 1993), los resultados positivos que se desprenden del análisis de este tipo de opciones da pie a crecimientos en el futuro (Myers, 1987). El segundo tipo de opción es la opción de intercambio y que recibe el nombre en inglés como switch up option, según Brealey & Myers (2003) es aquel tipo de opción que da al propietario el derecho a intercambiar productos, procesos o plantas productivas según el cambio favorable en el precio del subyacente o en su caso cambios positivos en la demanda de insumos o bienes.

En el tercer tipo de opciones esta: el de ampliación del alcance y que en inglés se llama scope up option que en palabras de Kester (1984b) es aquella que permite apalancar un proyecto que fue implementado en un sector de la economía pero que puede ser usado en otro sector de la economía. Para Kester (1984a) las variables importantes a considerar en el análisis de este tipo de opciones son 1) el valor del activo subyacente el cual consiste en el valor presente de los flujos de caja del proyecto, 2) la variación del valor del activo subyacente esta variable proporciona la varianza del activo, 3) el precio del ejercicio, esta variable representa el desembolso inicial que se contrae para llevar a cabo el proyecto adicional y por ultimo 4) el período de tiempo con el que se cuenta para ejercer la opción esto es la vida de la opción. Según Trigeordis (1988) este tipo de opciones son las más valiosas para aquellas empresas con mayor volatilidad o riesgo económico y que a su vez los rendimientos que generan son altos, normalmente se asocian las desarrolladoras de tecnología, software. Pindyck (1988) establece que este tipo de opciones en su mayoría son usadas en tres casos 1) adquisiciones de tipo estratégico, cuando una empresa estima que la adquisición de otra tendrá beneficios futuros, 2) Investigación y Desarrollo,

esta es cuando el monto invertido con este fin representa el costo de la opción de compra y los productos que surjan de esto representarían los flujos de caja de la opción, hay que aclarar que la relación entre el valor de la investigación y la cantidad óptima de inversión cambiará entre mayor se la madures del negocio. 3) proyectos con etapas múltiples, este tipo de proyectos tienen una ventaja adicional ya que conforme se termina una etapa el tomador de decisiones puede evaluar los resultados y hacer un análisis de la demanda que enfrenta la empresa, según Cheng & Charoenwong (1991) las barreras a la entrada la volatilidad sobre el tamaño del mercado, los proyectos que necesitan una gran cantidad de dinero para invertir en infraestructura y con una gran monto de endeudamiento operativo son los que generan grandes ganancias sí se llevan a cabo en etapas.

En el tercer tipo de opciones: están las de Desinvertir/ Reducir, este tipo de opciones se dividen según Margrabe (1978) de los tres tipos existentes el primero es la opción de reducir, la cual recibe en inglés el nombre de scale down option y consiste en dar el derecho al propietario de un proyecto de inversión la opción de renunciar a una parte del mismo, con esto se gana un ahorro adicional en costos, la segunda es la opción de intercambio o en inglés switch down options, según Kensinger (1987) es aquella opción que permite adaptar la estructura de la empresa a una estructura de costos más ligera y a una serie de activos más flexibles para poder hacer frente a una demanda adversa. La tercera es definida por Kulatilaka (1995) como la opción de reducción del alcance o en inglés scope down option, esta consiste en reducir e incluso abandonar, la magnitud de las operaciones en un sector de la economía relacionado cuando la capacidad de negocio decrece o desaparece. Kulatilaka & Trigeorgis (1994) establecen que este último tipo de opción se divide en dos tipos la primera recibe el nombre de opción de abandono o option to abandon en inglés, da al propietario la posibilidad de vender, liquidar o abandonar un proyecto. El segundo tipo es la opción de cierre temporal que en inglés se le llama option to temporarily shut down, esta da al propietario el derecho abandonar de forma temporal la explotación de un proyecto de inversión.

Myers & Majd (1990) establecen que la ventaja de este tipo de opciones es permitir al tenedor del derecho la flexibilidad para disminuir pérdidas la cual puede ser vista como la venta de alguna parte de un proyecto anteriormente previsto, cuyo precio del ejercicio es igual al ahorro

de los costos posibles, según estos autores el valor de esta opción tiende a aumentar 1) a mayor sea la incertidumbre sobre el valor futuro del negocio, 2) a mayor sea el tiempo de con el que se cuenta para ejercer la opción, 3) a mayor sea la relación entre el valor de abandono del proyecto (valor de liquidación) respecto a su valor terminal o su valor residual (valor presente de los flujos de caja libres restantes)

El cuarto y último grupo de opciones según Trigeorgis (1993) es el de las opciones compuestas o que es lo mismo en inglés, compound option, este tipo de opción al ser ejercida genera otra opción y al mismo tiempo un flujo de caja, este tipo de opciones genera o implica inversiones secuenciales o por etapas (Kulatilaka, 1995), esto quiere decir que en cuanto la empresa ejerce la opción de invertir le da la posibilidad de entra a otra opción de invertir esto es una segunda etapa del proyecto, Brennan & Schwartz (1985) establecen que las inversiones secuenciales proporcionan a los directivos la posibilidad de abandonar o ampliar los proyectos a lo largo de su vida.

## **Métodos para evaluar opciones reales**

### *Método Binomial*

El modelo Binomial fue desarrollado y propuesto por Cox et al. (1979), los supuestos para que se pueda llevar a cabo el modelos son:

- a) Eficiencia y profundidad de los mercados,
- b) Ausencia de costos de transacción,
- c) Es posible comprar y vender sin límite,
- d) Los activos son perfectamente divisibles,
- e) Se puede prestar y pedir prestado a la misma tasa de interés,
- f) Todas las transacciones se pueden hacer de forma simultánea y por último,
- g) El precio del activo subyacente evoluciona según un proceso binomial multiplicativo, el cual se puede graficar de la siguiente forma:

Figura 1. Modelo binomial multiplicativo



Donde  $S$  es el precio del Activo subyacente,  $u$  representa el movimiento multiplicativo a la alza del precio del activo subyacente en un período en particular, con una probabilidad asociada a ese evento de  $p$ ,  $d$  representa el movimiento multiplicativo a la baja del precio del activo subyacente en un período determinado, con la probabilidad asociada a ese evento de  $(1-p)$ .

El modelo considera una tasa libre de riesgo la cual se le denominara como  $\hat{r}$  a  $(1 + rf)$  donde  $rf$  es la rentabilidad del activo libre de riesgo el cual puede ser títulos de deuda pública, como por ejemplo en el caso mexicano Cetes, expedidos por Banxico, siempre se debe analizar en cada período de inversión que esta tasa de rendimiento sea mayor que  $d$  y menor que  $u$  esto quiere decir que el rendimiento de la tasa libre de riesgo será mayor que las perdidas esperadas en un periodo del precio del ejercicio y menores que las ganancias.

Los valores de  $u$  y  $d$  se calculan mediante la función exponencial siendo  $u = e^{\sigma t}$  en donde  $\sigma$  es la volatilidad del activo subyacente y  $t$  la raíz cuadrada de la razón de años contra períodos por año.

La valoración de la opción admite dos formas, en el primero se lleva a cabo el cálculo de los valores intrínsecos de la opción al final de cada uno de los  $n$  períodos, y por el procedimiento recursivo se calcula el valor de la opción en cada uno de los nudos del árbol binomial, mediante la fórmula siguiente.

$$C_{t-1} = \frac{1}{\hat{r}} [p \times C_{tu} + (1-p) \times C_{td}] \quad (1)$$

donde:

$p$  y  $\hat{r}$  expresan los valores anteriormente mencionados

$C_{t-1}$  es el valor de la opción en el nudo  $t-1$

$C_{tu}$  es valor de la opción en  $t$ , cuando el precio del activo subyacente se multiplica por  $u$  de  $t-1$  a  $t$

$C_{td}$  es el valor de la opción en  $t$ , cuando el precio del activo subyacente se multiplica por  $d$ , de  $t-1$  a  $t$ .

El cálculo se inicia en  $n$ , último período asumido para la elaboración de la evaluación. A partir de los valores propios de  $n$  se calculan los valores de  $C_{n-1}$  y retrocediendo en el tiempo, se calculan los  $C_{n-2}$ ,  $C_{n-3}$ , etc. Hasta que se llega al valor  $C$  o valor de la opción en el momento actual, de forma general la fórmula para el cálculo del valor de la opción es:

$$C_{t-1} = r^{-1} \left[ (p \times C_{tu}) + ((1-p) \times C_{td}) \right] \quad (2)$$

La segunda forma en la que se puede calcular el valor de la opción en el momento presente es la fórmula general de evaluación basada en una extensión de la ecuación (1) pero para  $n$  períodos, dicha fórmula es la siguiente:

$$C = \frac{1}{\hat{r}} \times \left\{ \sum_{j=0}^n \left( \frac{n!}{j!(n-j)!} \right) p^j \times (1-p)^{n-j} \text{MAX} [0, u^j d^{n-j} S - X] \right\} \quad (3)$$

La probabilidad  $p$  se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$p = \frac{\hat{r} - d}{u - d} \quad (3)$$

### *Modelo de Black-Scholes*

El modelo de Black-Scholes de desarrollado por Black & Scholes (1973) sobre el funcionamiento del mercado agrega al modelo binomial, algunos supuestos particulares sobre el tipo de evaluación del precio del

activo subyacente, la hipótesis de este modelo se basa en los siguientes supuestos:

- a) no existen costos de transacción en información, no existen impuestos y los activos son perfectamente divisibles.
- b) las transacciones se dan de forma continua y existe completa para realizar compras y ventas, sin restricciones ni costos especiales.
- c) los agentes pueden pedir prestado y prestar a una misma tasa  $r$  que es el interés de corto plazo, esta tasa se supone conocida y constante en el horizonte de valoración de las opciones.
- d) las opciones son consideradas europeas y el subyacente (la acción para Black-Scholes) no paga dividendos en el horizonte de la valoración.
- e) el último supuesto, es el precio del activo subyacente sigue un proceso continuo estocástico de evolución Normal definido por:

$$\frac{dS}{S} = \mu \times dt + \sigma dz \quad (4)$$

En donde  $dS$  representa la variación en  $S$  en el instante de tiempo  $dt$ ,  $\mu$  la esperanza matemática de del rendimiento instantáneo del activo subyacente,  $\sigma$  es su desviación estándar y  $dz$  es un proceso Normal. Ahora si suponemos que  $S_t$  y  $S_{t+d}$  son los precios del activo subyacente en los instantes  $t$  y  $t+d$ , el rendimiento esperado del activo subyacente será obtenido mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{dS}{S} = \frac{S_{t+d} - S_t}{S_t} \quad (5)$$

Este rendimiento esperado tendrá dos componentes importantes y que no hay que dejar de lado el primero es que  $\mu dt$  es constante y  $\sigma dz$  es un proceso aleatorio,  $\sigma$  se supone constante y tiene una media igual a cero y la varianza es igual a  $\sigma^2 \times dt$

Según Merton (1990) una cuestión de suma importancia para poder aplicar el método de Black-Scholes y algunas de sus extensiones es que el rendimiento debe de aproximarse a una distribución normal, otro punto importante es que el funcionamiento del mercado se debe de dar en un

tiempo continuo, el proceso de globalización en el que se encuentra el mundo financiero a llevado a que se converja en este sentido al modelo de Black-Scholes, Merton (1990) comenta que debido a esto último los modelos de evaluación financiera deben de considerar el aspecto temporal como un proceso de carácter continuo.

### *Modelo de simulación de Montecarlo.*

Este método de evaluar Opciones fue introducida por Boer (2002) este método puede ser usado en una gran gama de opciones de tipo europeo y en las llamada exóticas u opciones con una posibilidad de resultados muy diferentes a las europeas o americanas.

El método Montecarlo se utiliza para simular un conjunto extenso de procesos aleatorios, la valoración de las opciones se lleva a cabo en una situación de riesgo neutro, lo que quiere decir que se descuenta el valor de la opción a la tasa libre de riesgo, la primera hipótesis según Boyle (1997) es que el modelo responde a una función logarítmica natural del activo subyacente y además sigue un proceso geométrico browniano como sigue a continuación.

$$S + \Delta S = S \times EXP \left[ \left( \mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \varepsilon_t \sqrt{\Delta t} \right] \quad (6)$$

La variable  $S$  representa el precio del activo subyacente,  $\mu$  es la tasa de rendimiento esperado del activo subyacente,  $\sigma$  es la volatilidad del activo subyacente y  $dz$  es un proceso Wiener con desviación estándar de 1 y media 0, Boyle (1997) desarrolla la anterior formula y la transforma para que se un proceso temporal continuo dando la siguiente expresión

Donde  $\Delta S$  es la desviación estándar en tiempo de  $S$ , para el intervalo de tiempo  $\Delta t$ , y  $\mu$  es la tasa de rendimiento del activo en un entorno libre de riesgo,  $\sigma$  es la volatilidad del activo subyacente y  $\varepsilon_t$  es un numero aleatorio que se distribuye de forma normal con  $N(0,1)$ . El modelo lleva a cabo miles de simulaciones las cuales arrojan una gran cantidad de valores para  $S_t$  el número de simulaciones que se deben de hacer dependerá de la exactitud

que se quiera obtener del modelo, según Boyle (1997) a partir de 10,000 simulaciones los resultados obtenidos son fiables, por lo que este modelo tiene un inconveniente en cuanto a la necesidad de equipo y software especializado.

### **Análisis teórico de las necesidades técnicas en material de evaluación de proyectos**

Considerando lo anterior se hizo imperioso la búsqueda de una metodología que pudiera considerar tanto el grado de incertidumbre como el dinamismo en el cual pudiera estar inmerso una industria o mercado, en este escenario surge el enfoque de opciones reales como una alternativa interesante para valorar proyectos de inversión, este enfoque se deriva y fundamenta en la técnica para valorar opciones financieras. El fundamento de este enfoque como metodología para valorar proyectos se encuentra en que la decisión de invertir o no se puede alterar por distintos factores, estos pueden ser la incertidumbre o el tiempo en el cual se puede cambiar de una alternativa a otra, por esto la evaluación mediante este enfoque dependerá del proyecto y de todas las alternativas a las cuales se encuentre expuesto. Según Amram & Kulatilaka (1999) todas aquellas partes del proceso que tienen como repercusión la protección de las ganancias de un proyecto, como la investigación o exploración tienen por consecuencia una valoración mayor en esta metodología ya que reducen posibles pérdidas.

Estudios recientes en materia de Opciones Reales llevados a cabo por la comunidad científica han enfocado sus estudios de maneras distintas, lo que se busca a continuación es hacer un análisis de la literatura de Opciones Reales reciente, este análisis fue hecho según el enfoque bajo el cual fueron hechas las investigaciones, por ejemplo, el tipo de Opción bajo el cual están modelando el estudio, la estructura de mercado de la industria, el tipo de información, completa o incompleta, con la que cuentan los agentes, según el tipo de variables que estudian y sus aplicaciones.

Uno de los principales problemas que enfrentan las empresas o individuos al momento de evaluar un proyecto de inversión es el carácter de irreversibilidad que tienen la toma de decisiones (Micalizzi, 1999), esto quiere decir que todo aquel gasto de inversión hecho al inicio de un proyecto se considera un costo hundido, la problemática se agrava cuando el

componente de incertidumbre es adicionado Dimpfse (2002) aún y con estos dos problemas. Bernardo et al. (2000) comenta que la metodología de Opciones Reales puede ayudar a mitigar el riesgo en la toma de decisiones. Rocha (2008) recomienda el uso de las Opciones reales como metodología para definir el momento óptimo para iniciar un proyecto.

El riesgo al que se encuentran expuestos los tomadores de decisiones según Bell (2000) pueden ser la volatilidad de los precios de los factores, el autor comenta que para poder afrontar es necesario contar con flexibilidad para descontar el nivel de riesgo esto se puede lograr optando por sustitutos baratos de estos insumos; Hongjang (2002) establece que el riesgo causado por la incertidumbre de no saber el monto de la inversión y cuál será el beneficio esperado de la inversión es el primer problema que debe resolver el tomador de decisiones; Rouche (2006) afirma que es factible que se adopte estrategias de inversión para la adquisición de tecnologías nuevas en entornos inciertos, Yamaguchi et al. (2000) comentan que se puede determinar de forma eficiente el monto y el tiempo óptimo para llevar a cabo un proyecto, Carmen et al. (2002) afirman que para poder hacer una correcta decisión es necesario contemplar las múltiples situaciones de cada una de las variables como el monto inicial de la inversión.

Cuando se llevan a cabo evaluaciones mediante la metodología de opciones reales es necesario primero identificar qué tipo de opción que se va a usar, definir el tipo de incertidumbre que le afecta (Brautigam et al., 2003), así como el hecho de que una inversión es reversible o irreversible (Bellalah, 2005). Aunado a lo anterior, Borison (2003) comenta que se deben considerar la factibilidad de calcular el valor de las opciones, los supuestos principales y la evidencia de su validez; así como la definición de los pasos a seguir para el estudio de sus dificultades.

Otros autores como Saphores & Boranet (2004) establecen que en un entorno con altos niveles de incertidumbre y cuando se invierte en infraestructura pública es necesario introducir en la evaluación las externalidades de llevar a cabo el proyecto, en el tema de tecnología Smith (2004) comenta que no se puede usar las metodologías tradicionales de evaluación para determinar si la intronición de una nueva tecnología es viable en un entorno incierto, Azevedo & Paxson (2007) complementan lo anterior estableciendo el tiempo óptimo para adoptar este tipo de tecnologías y

encuentra que la adopción de ésta será afectada por tres factores de incertidumbre que son el mercado, el técnico y tecnológico. Otro aspecto que debe ser considerado por todo aquel emprendedor es el mejor momento en el cual se debe retirar de un proyecto, a esta decisión se le puede llamar Opción de salida Goto (2007), Weeds (1999) y Carlsson (2008) plantean cual es el mejor momento para tomar esa decisión.

Una de las grandes ventajas de la evaluación de proyectos mediante la metodología de opciones reales es la flexibilidad con la que se puede usar para evaluar todo tipo de proyectos, ya sea en una organización o en una sociedad etc. Bengtsson (1999) cuando dicha metodología es usada en una empresa con el ánimo de tomar decisiones es necesario reconocer que dicha entidad es un portafolio de opciones muy diverso así como que cada una de esas opciones tiene una opción alterna Lint (1999) y Roener (2004) en temas ecológicos, Sick (1999) utiliza la metodología de Opciones reales para evaluar proyectos que aminoren la contaminación en el ambiente esto en un entorno de incertidumbre climática, Bakshi (2004) establece en este tema la importancia de dar valor de la naturaleza así como las tasas de descuento para estos proyectos. Weeds (2002) agrega tres factores más al tema de incertidumbre, el primero es sobre el futuro del proyecto, el hecho de que si la inversión fue correcta o incorrecta y por último cuando no se sabe si se tiene la posibilidad de retrasar la inversión o el proyecto. Riedel (2006) plantea como alternativa a un proyecto la inversión secuencial o por etapas, la ventaja es que el desembolso es por parte y significa a la empresa una carga menor.

En opinión de Sick (1999) existen dos variables importantes en el estudio de la metodología de Opciones reales, una es la volatilidad del activo subyacente y la segunda es el margen de utilidad conveniente, esto es la diferencia entre la tasa de crecimiento esperada del precio spot contra el costo del capital. Moel & Tufano (1999) incluyen como variable importante las variables exógenas del mercado así como el tipo de empresa como el sector en el que se encuentra, los costos fijos, costos variables y reservas. Guimaraes (2001) establece que la fluctuación en la demanda así como el cambio tecnológico son los factores que influyen en hacer más incierto un proyecto de inversión, así como los gastos de operación, adquisición de insumos, mantenimiento de maquinaria y costos de asociación. Bellalah (2004) plantea que los proyectos de largo plazo influyen para que el nivel de

incertidumbre aumente. Mogollon (2008) concluye que debe de calcularse siempre antes de tomar una decisión el impacto entre el comportamiento de las variables y la factibilidad del proyecto.

Una gran ventaja que tiene la metodología de opciones reales sobre las tradicionales es que puede calcular un valor sobre aquellos activos intangibles de la empresa por ejemplo Henderson (2001) llevó a cabo un estudio en donde se estima como se pueden comerciar los derechos de activos no comerciables, estos son los que por su estructura de costos para comerciarlos los hace imposible de intercambiar, otro estudio interesante es el de Kamrad & Siddque (2001), el cual evalúa la oferta de contratos de commodities que a su vez son intercambiados por otros para paliar las fluctuaciones en sus tasas de intercambio, también nos encontramos estudios en donde se replantean metodologías tradicionales pero adecuadas a entornos de incertidumbre como por ejemplo la reinterpretación que hace Alessi (2002) de la metodología de valor-utilidad, Graham (2006) et al. establecen el punto óptimo en donde el valor presente neto de los flujos es el máximo, Dapen (2003) menciona que el uso de la metodología de Opciones reales crea valor a la empresa porque aprovecha asociando la habilidad de reaccionar a la incertidumbre, su conclusión es que el precio del ejercicio de la opción de crecimiento de la empresa se ve influido por la falta de pérdida de información del mercado. Bilel (2008) establece que un activo de valor de la empresa es poder contar con la posibilidad de posponer un proyecto, esto aunque no genera una utilidad directa trae como consecuencia ahorros considerables, según sea el caso.

En cuanto a la información con la que cuentan los agentes sobre el mercado, competidores y su misma estructura organizacional, vemos que Maeland (1999) plantea que una parte de los costos de una empresa debiera ser considerado bajo el enfoque de la problemática de agencia, ya que el propietario de la inversión no necesariamente es el que la ejerce sino al que se le delega, los incentivos a tomar una u otra opción no necesariamente estarán alineadas con las del propietario por lo mismo este mismo tendrá que gastar capital adicional para alinear al subalterno con sus planes, además de este costo Lopes et al. (2001) establecen que los costos de operar suspender temporalmente o aumentar la producción estarán en función de las decisiones de gastar en operaciones, la adquisición de planta productiva,

suspensión, mantenimiento, reactivación, abandono y los costos asociados así como de la volatilidad de los dividendos. Por último, Tong & Rever (2004) comenta que los costos en los que incurre la empresa como la Investigación y Desarrollo contribuyen al valor de la opción, se concluye que la inversión en capital tangible y su adquisición no tienen un efecto significativo en el valor de la misma.

Un tema importante en la teoría de Opciones Reales es el referente al número de empresas que conforman la industria así como si son públicas o privadas, debido a esto el análisis de evaluación de un proyecto pudiera cambiar por ejemplo si el mercado tuviera regulaciones (en cuanto al número de empresas o el precio que debieran cobrar) en comparación a otro que no lo tuviera (Rocha et al., 2002) al existir este tipo de limitaciones, según Allen et al. (2005) el resultado es una minusvalía en el bienestar del consumidor, esto es que a mayor competencia mayor bienestar para el consumidor, la antítesis de esto es el caso del monopolio, esto es una sola empresa abastece al mercado, según Dancu (2006) existirán pérdidas al mercado asociadas a este tipo de operación.

Cuando la industria está repartida en dos empresas, se le llama duopolio Boyer et al. (2002) comentan que en un entorno de alta volatilidad esta influirá a que las empresas tengan una colusión tácita para enfrentar los riesgos; lo anterior pudiera complicarse cuando en la estructura de duopolio se incluye la problemática de asimetría de información como lo estudia Bellalah (2005) y facilitarlas cuando las dos empresas se conocen mutuamente como se señala en Goto et al. (2007). Dhayanithy & Akbar (2005) hace un combinación de estas dos últimas problemáticas y concluye que la asociación de las dos empresas pudiera ser rentable cuando el nivel de incertidumbre crece, Carmen et al. (2005) lleva esto último pero a un entorno de competencia y colusión en un contexto de comercio internacional, este tipo de asociaciones tienen que ser evaluadas bien a bien ya que el costo de colusión pudieran ser mayores que los beneficios esperados o no se consideran los costos de asociación (Savva, 2005). Goto (2008) considera también los costos cuando una estas empresas fracasa y tiene que retirarse del mercado y dejar su participación a la o las restantes empresas, Aray (2008) hace lo mismo pero para una empresa monopólica que evalúa atender demandas de mercados internacionales, aunque al no haber competencia lleva a que el monopolio no este incentivado a invertir con el

dinamismo de la libre competencia. Ruffino & Treussard (2007) afirman que debe ser una estrategia de vital importancia ya que paliaría las pérdidas sociales que sufre el mercado por esta estructura.

En un entorno en donde el número de empresas sea pequeño siempre será necesario hacer un análisis de teoría de juegos para considerar las posibles estrategias de la competencia ya que dependiendo de la calidad de las decisiones de unos o de otros los flujos esperados fluctuarán Kong & Kwok (2006) para esto es necesario siempre encontrar el punto de equilibrio entre competidores Hoe & Dihz (2007) Cuando existe libre competencia en un mercado, Koussis (2003) establece que es muy importante recomendar al empresario la conveniencia en invertir en Investigación de mercados y publicidad, así como la determinación del tiempo para la entrada de un proyecto, esto se define como una opción de aprendizaje; el empresario debe evaluar en un entorno de competencia los costos de entrar a competir ya que a mayor habrá menores incentivos a afrontar la incertidumbre (Keiichihori, 2005).

### **Aportaciones, conclusiones y recomendaciones**

Uno de los principales aportes de esta investigación es demostrarle al lector que el uso de las metodologías tradicionales de evaluación en su sencillez encierran grandes desventajas ya que pueden llevar a concluir que un proyecto en particular puede ser poco rentable e incluso recomendar que no se lleve a cabo por posibles pérdidas asociadas a su realización.

La principal conclusión que se puede traer a consideración es el hecho de reconocer que es necesario el uso de una metodología que afronte un entorno económico incierto; ya que en una época en donde la rapidez con que el inversionista reaccione al entorno define muchas veces su permanencia en el mercado. Otro aspecto importante a ser considerado es que dentro de la metodología de opciones reales es necesario establecer un método adecuado y correcto para estimar la volatilidad a la cual se puede enfrentar un proyecto de inversión.

En el caso de aquellos proyectos que sean evaluados con las metodologías tradicionales (VPN, TIR y Tiempo de recuperación) es necesario ser muy insistente que ese tipo de metodología sea usada bajo

escenarios muy estables así como periodos de inversión cortos. Una recomendación muy importante que se debe desprender de este documento es invitar al lector a experimentar con la metodología de Opciones Reales para hacer de su toma de decisiones lo más exacto posible.

## Referencias

- Alessi, G. (2002). A cost value profit analysis with irreversible and recurrent real option, *6th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Allen, J., Rapport, P. & Suto, H. (2005). Modelling Regulatory Distorsions with real options: an extention, *9th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Aray, H. (2008). International monopoly under uncertainty, *12th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Azevedo, A. F. & Paxson, D. A. (2007). The combined effect of market, technical and technological uncertainties on new technology adoptions, *11th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Amram, M. & Kulatilaka, N. (1999), *Real options: Managing strategic investment in an uncertain world*, Boston: Harvard Business School Press.
- Bellalah, M. (2004). "An exact solution for the investment and value of a firm facing uncertainty, adjustment cost, information costs and irreversibility", *8th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Bellalah, M. (2004). "Valuation of commodity assets and the option to invest in the presence of stochastic prices and incomplete information", *8th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Bellalah, M., Bouy, C. & Prignet, J. (2005). "Equilibrium and options on real assets within information uncertainty", *9th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Bernardo, A., Chowdhry, B., Palia, D. y Sernova, E. (2000). "Real options and the diversification discount", *4th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Bakshi, B. & Saphores, J. D. (2004). Grandma or the wolf? A real options framework for managing Human-Wildlife conflicts, *8th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Black, F. & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities, *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-659.
- Borison A. (2003). Real option analysis: where are the emperor's clothes, *7th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Boer, P. (2002). *The real options solutions*, Nueva York: John Wiley.
- Boyle, P. (1977). Options: a Monte Carlo approach, *Journal of Financial Economics*, 4(3), 323-338.

- Boyle, P., Broadie, M. & Glasermann, P. (1997). Montecarlo methods for security pricing, *Journal of Economics Dynamic and Control*, 21(8-9), 1267-1321.
- Brautigam, J., Esche, C. & Mehler-bicher, A. (2003). Uncertainty as a key value driver of real option, *7th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Brealey, R & Myers S. (2003). *Principles of corporate finance*, 7a. ed., New York: Mc Graw Hill.
- Brennan, M. & Schwartz E. (1985). Evaluating natural resource investment, *Journal of Business*, 58(2), 135-157.
- Bell, G. (2000). Exports and production technology under volatile exchange rates, *4th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Bengtsson, J. (1999). The value of manufacturingflexibilit: real options in practice, *3rd Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Bilel, K. (2008). A methodology to evaluate an option to defer an oifiled development, *12th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Boyer, M. Lassevre, P., Mariotti, T. & Moreaux, M. (2003). The real options, preemption and the dynamics of industry investments, *7th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Carmen, J. Olmos, F., Perez, J. C. & Casarus T. (2002). Optimal investment management of harbour infrastructures. A real options view point, *6th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Carmen, J., Olmos, F. & Ashkeboussi, R. (2005). Evaluation of international joint venture agreements: real options in practice, *9th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Carr, P. (1988). The valuation of sequential exchange opportunities, *Journal of Finance*, 43(5), 1235-1256.
- Carlsson Christer (2008). A real options model for closing-not closing a production plant, *12th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Chung, K. H. & Charoenwong, C. (1991). Investment options, assets in place, and the risk of stocks", *Financial Management*, 20(3), 21-33.
- Cox, J. C., Ross, S. A. & Rubistein, M. (1979). Option pricing: A simplified approach, *Journal of Financial Economics*, 7(3), 229-263.
- Dancu, D. (2006). Investment timing and dynamic operation in monopoly franchising contacts for transportation infrastructure, *10th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Dapen, S. F. (2003). A real options approach to tender offers and acquisitions processes, *12th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Dhayanithy, D., & Akbar, M. (2005). First follower's real option to revert to the competitive strategy low and high proce point collusion capacities, *9th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Dimpfel, M. (2002). Action flexibility or the option to use real options: A neo-institutional economics perspective, *6th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.

- Graham A. D. & Robert D. C. (2006). Optimal stopping under certainty and uncertainty, *10th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Gitman, L. J. (1997). *Principles of managerial finance 8th ed*, Boston MA: Addison Wesley.
- Goto, M. (2008). Entry and exit decisions under uncertainty in asymmetric duopoly, *12th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Goto, M., Takashima, R., Tsujimura, M. & Ohno, T. (2007). Entry and exit decisions under uncertainty in duopoly, *11th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Guimaraes, M. A. (2001). Selection of alternatives of investment in information for oilfield development using evolutionary real option approach, *5th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Henderson, V. (2001). Valuation of claims on non-traded assets using utility maximization, *5th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Hoe, S. & Dihz, J. D. (2007). "Real Options, competition and the valuation of pharmaceutical licensing agreements" Working Paper, Real Options Congress.
- Hongjiang Li (2002). Definition of optimal proportion of phased investment: a real option approach, *6th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Ingersoll, J. & Ross, S. (1992). Waiting to invest: investment and Uncertainty, *Journal of Business*, 65(1), 1-29.
- Kamrad, B. & Siddique, K. (2001). Risk sharing and supplier switching contracts, *5th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Keiichihori, K. M. (2005). Promoting competition with open access under uncertainty, *9th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Kensinger, J. (1987). Adding the value of active management into the capital budgeting equation, *Midland Corporate Finance Journal*, 5(1), 31-42.
- Kester, W. C. (1984a). Today's options for tomorrow's growth, *Harvard Business Review*, 62(2), 153-160.
- Kester, W. C. (1984b). Turning growth options into real assets. *Lecture at the Harvard Business School 75th Anniversary Colloquium*, Boston, MA, junio 25, (Research presenter).
- Kong, E. J. & Kwok, Y. K. (2006). Real options in strategic investment games between two asymmetric firms, *10th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Koussis, N., Martzoukos, S. H. y Trigeorgis, L. (2003). Real options lesson: learn before you act, *7th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Kulatilaka, N. (1995). The value of flexibility: A general model of real options. En Trigeorgis, L. (ed), *Real options in capital investment: Models, strategies and applications*, Nueva York: Praeger.
- Kulatilaka, N. & Trigeorgis L. (1994). The general flexibility to switch: Real options revisited, *International Journal of Finance*, 6(2), 778-798.

- Lint, O. & Pennings, E. (1999). "The option approach to the new product development process, *3rd Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Lopes de Almeida, I., Fernandez, M. A. & Dias, G. (2001). Oil rig fleet dimensioning: strategic decision using real options, *5th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Margrabe, W. (1978). The value of an option to exchange one asset for another. *Journal of Finance*, 33(1), 177-186.
- Maeland, J. (1999). Valuation of irreversible investments and agency problems, *3rd Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Mascareñas, J., Lamothe, P., López, F. y De Luna, W., (2004). *Opciones Reales y Valoración de Activos*, Madrid: Prentice Hall.
- Mascareñas, J. (1999): *Innovación financiera. Aplicaciones para la gestión empresarial*, Madrid: Mc Graw Hill.
- Mayfield, J., (1997). Economic value management: The route to shareholder value. *Management Accounting-London*, 8, 32-33.
- McDonald, R. y D. Siegel (1986). The value of waiting to invest. *Quarterly Journal of Economics*, 101(4), 707-727.
- Merton, R. C. (1990). *Continuous-Time Finance*, Cambridge, M.A: Basil Blackwell.
- Micalizzi, A. (1999). Timing to invest and value of managerial flexibility: a case study, *3rd Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Myers, S. C. (1987). Finance theory and financial strategy. *Midland Corporate Finance Journal*, 5(1), 6-13.
- Myers, S. C. & Majd, S. (1990). Abandonment value and project life, *Advances in Futures and Options Research*, 4(1), 1-21.
- Myers, S. C. (1984). Finance theory and financial strategy, *Interfaces*, 14(1), 126-137.
- Moel, A. & Tufano, P (1999). When are real options exercised? An empirical study of mine closing, *3rd Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Mogollon, L. A. (2008). Valuation of a real options portfolio, *12th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Paddock, J., Siegel, D. & Smith, J. (1988). Option valuation of claims on physical assets: the case of offshore petroleum leases. *Quarterly Journal of Economics*, 103(3), 479-503.
- Pindyck, R. (1988). Irreversible investment, capacity choice, and value of the firm, *American Economic Review*, 78(5), 969-985.
- Riedel, F. & Xia, S. (2006). On irreversible investment, *10th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Roener, E. (2004). Real options and the theory of the firm, *8th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Ruffino, D. & Treussard, J. (2007). Lumps and Clusters in duopolistic investment games: an early exercise Premium approach, *11th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.

- Rocha, K. (2008). Real options and the regulation of brazilian fixed line telephone operators: the markup on the cost of capital, *12th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Rocha, K., Moreira, A. & David, P. (2002). Investments in thermopower generation: a real options approach for the new brazilian electrical power regulation, *6th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Ross, S. A., Westerfield, R., & Jordan, B. D. (2000). *Fundamentals of corporate finance*. Boston: McGraw-Hill Irwin.
- Rouche, H. (2006). "Technology adoption under uncertain innovation progress", *10th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Saphores, J. D. & Boranet, M. G. (2004). Investing in urban transportation infrastructure under uncertainty, *8th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Savva, N. D. & Scholtes, S. (2005). Real options in partnership deals: the perspective of cooperative game theory, *9th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Smith, H. T. & Trigeorgis, L. (2004). Quantifying the strategic option value of technology investments, *8th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Sick, G. (1999). Analyzing a real option on a petroleum property, *3rd Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Tong, T. W. & Rever, J. J. (2004). Corporate investment decisions and the value of growth options, *8th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Trigeorgis, L. (1988). A conceptual options framework for capital budgeting, *Advances in Futures and Options Research*, 3(3), 145-164.
- Trigeorgis, L. (1993). Real options and interactions with financial flexibility, *Financial Management*, 22(3), 202-224.
- Tourinho, O.A. (1979). *The valuation of reserves of natural resources: An option pricing approach*. Ph.D. dissertation, University of California, Berkeley.
- Weeds, Helen (1999). Reverse hysteresis": R&D investments with stochastic innovation, *3rd Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.
- Yamaguchi, H., Takezawa, N., Sumit, U. & Azarmi, T. (2000). The real option Premium in Japanese land prices", *4th Annual Real Options Conference*, Working Paper, <http://www.realoptions.org/>.