Opciones Reales en las Decisiones de Inversión *

Javier Pajares Gutiérrez¹, Cesáreo Hernández Iglesias², Adolfo López Paredes³

¹Dr. Ingeniero Industrial, ETSII Valladolid. Pso del Cauce s/n, 47011-Valladolid. E-mail: pajares@eis.uva.es

²Dr. Ingeniero Industrial, ETSII Valladolid. Pso del Cauce s/n, 47011-Valladolid. E-mail: cesareo@eis.uva.es

³Dr. Ingeniero Industrial, ETSII Valladolid. Pso del Cauce s/n, 47011-Valladolid. E-mail: adlo@eis.uva.es

RESUMEN

Los métodos de evaluación de inversiones basados en el descuento de flujos de caja han constituido la herramienta financiera de valoración por excelencia. Sin embargo, cuando en el proyecto a analizar existe acusada irreversibilidad, costes hundidos o flexibilidad, dichos métodos exhiben una serie de carencias. En este artículo presentamos una metodología alternativa que está empezando a ser considerada con seriedad en el campo de las finanzas modernas: la teoría de valoración de opciones. Este enfoque puede ser de gran utilidad en diversos campos de la ingeniería de organización, al permitir, por ejemplo, valorar proyectos de I+D, empresas de alta tecnología y sistemas de fabricación flexible.

1. Introducción.

Tradicionalmente, para evaluar proyectos de inversión se han utilizado métodos como el Valor Actual Neto, la Tasa de Retorno y el Plazo de Recuperación Descontado. Todos ellos están basados en descontar los flujos esperados de caja del proyecto a una tasa de descuento acorde con el riesgo. A mayor riesgo, mayor tasa de descuento, y por lo tanto, menor valor del proyecto.

Pero existen algunos proyectos de inversión en los que la existencia de incertidumbre conlleva unos potenciales de beneficio que invierten la relación anterior entre riesgo y valor. Tal es el caso, por ejemplo, de los Sistemas de Fabricación Flexible, las calderas mixtas o las empresas de Internet.

Un Sistema de Fabricación Flexible (SFF) permite cambiar fácilmente tanto el *mix* de productos como su producción, siempre operando en zonas cercanas al lote económico. Si supiésemos con certeza que vamos a fabricar los mismos productos y en las mismas cantidades durante los próximos años, jamás compraríamos un SFF, pues un Sistema de Fabricación Dedicado es más económico. Un SFF es valioso en la medida en que existe incertidumbre acerca de las exigencias de la demanda futura. Tal vez, adquiramos un SFF y jamás tengamos que cambiar la producción, pero si la demanda así lo exige, tendremos la posibilidad de hacerlo.

Las calderas mixtas permiten trabajar con más de un tipo de combustible, por ejemplo, fuel oil y gasoil. Si supiésemos con certeza que el precio de uno de ellos (en unidades monetarias por unidad de energía) va a ser inferior al precio del otro durante los próximos años, no tendría sentido invertir en una caldera mixta. Es precisamente la incertidumbre con respecto a los precios la que dota de valor a una caldera mixta.

* Este trabajo ha sido financiado en parte con cargo al proyecto del MICYT, referencia BEC-2001-2008.

Hace apenas un par de años, hemos podido comprobar como las cotizaciones de las empresas de Internet crecían exponencialmente, al mismo tiempo que ni sus estados contables, ni las previsiones de ingresos provocaban la admiración de ningún analista financiero. ¿Acaso el mercado estaba remunerando el riesgo, en lugar de penalizarlo?.

Por último, añadir que, muchas inversiones que presentan un Valor Actual Neto negativo son ejecutadas finalmente aludiendo a razones estratégicas. Cabe preguntarse entonces si, ante un argumento estratégico, las finanzas no tienen nada que aportar.

En realidad, lo que ocurre en los casos anteriores es que las hipótesis bajo las que están contruidos los métodos de valoración basados en el descuento de flujos de caja no son realistas, y consecuentemente, dichos métodos no aportan soluciones válidas. En estas situaciones, el denominado enfoque de opciones reales, consistente en asimilar un proyecto de inversión a una opción financiera, puede ser de gran utilidad.

En este artículo expondremos las características principales del enfoque de opciones reales, así como sus aplicaciones a distintos campos del ámbito de la ingeniería de organización. Primeramente, analizaremos las hipótesis en que se basan los métodos de descuento de flujos de caja y a continuación, introduciremos los conceptos fundamentales que subyacen en el enfoque de opciones reales. Finalizaremos con las aplicaciones de la metodología en ingeniería de organización.

2. Hipótesis de los métodos de descuento de flujos de caja.

Los métodos de descuento de flujos de caja (DFC) están basados en la analogía existente entre un proyecto de inversión y un activo financiero. En concreto, presuponen que existe un activo financiero tipo bono u obligación, que tiene unos flujos de caja esperados y un riesgo similar al del proyecto objeto de estudio. Consecuentemente, deben tener el mismo precio. Por ello, si el precio del activo financiero (su cotización en el mercado secundario de deuda) es inferior a la inversión inicial del proyecto, no deberá ejecutarse este último, al ser más económico adquirir el bono u obligación; en caso contrario, el proyecto es más “barato”, y la inversión es viable.

Pero traducido a un proyecto real, esta analogía implica que las inversiones no pueden demorarse, son reversibles y no tienen asociado ningún tipo de flexibilidad de gestión.

Así, los métodos DFC presuponen que la inversión se realiza ahora o se perderá la oportunidad para siempre: ahora o nunca. Sin embargo, existen muchas inversiones en las que es posible demorar su ejecución. Algunas veces, la posibilidad de esperar es consecuencia de que el know-how y la tecnología de la compañía es superior al de la competencia, por lo que es posible demorar inversiones sin pérdida de la posición competitiva; en otras ocasiones, la existencia de patentes o licencias de explotación en exclusiva nos confieren dicha posibilidad.

Cuando la ejecución de una inversión puede demorarse ocurren dos cosas. En primer lugar, no hay que efectuar el desembolso monetario ahora, con lo que se puede utilizar el dinero para otros fines, por ejemplo, invertirlo en renta fija para obtener la rentabilidad del activo libre de riesgo. En segundo lugar, durante el tiempo en que es posible esperar, “*el mundo cambia*” (Luehrman [3]), de forma que, lo que visto desde el presente es incertidumbre, en futuro es ya un hecho consumado. Consecuentemente, si es posible esperar, podemos evitar, a la luz de la incertidumbre resuelta, inversiones poco aconsejables.

Los métodos DFC presuponen además, que las inversiones son reversibles, es decir, que pueden ser *deshechas* en cualquier momento sin una pérdida importante de su valor. Si compramos un bono o una obligación y, al cabo de unos días o meses, decidimos que la inversión no es todo lo aceptable que creíamos, podemos acudir a los mercados secundarios y venderla. Tal vez, no recuperemos todo el precio que pagamos por ella, pero, en general, obtendremos gran parte.

Sin embargo, en muchas inversiones reales esto no es verdad. Baste pensar en la posibilidad de recuperar los gastos publicitarios del lanzamiento de un nuevo producto, o los gastos en formación. En general, todas aquellas inversiones en las que están involucrados activos específicos son irreversibles, entendiéndose por tal aquellos activos que no pueden utilizarse para otra cosa sin una pérdida significativa de su valor.

Por último, tras los métodos DFC subyace una gestión del proyecto pasiva, como ocurre con los bonos y obligaciones: tras su adquisición, tan sólo hay que esperar a recibir los oportunos flujos de caja (cupones). Sin embargo, a lo largo de la vida de un proyecto de inversión real, la dirección puede tomar decisiones que afectan de forma relevante la propia estructura del proyecto. Así, si los beneficios son mejores que los esperados, pueden decidir aumentar la capacidad de producción; si son menores pueden reducirla. Es posible incluso cerrar temporalmente las instalaciones, o según el caso, cerrar definitivamente. Todas estas posibilidades hacen que el riesgo del proyecto se vea afectado, desplazando hacia la derecha el valor esperado del mismo.

En definitiva, los métodos DFC, no serán adecuados cuando exista la posibilidad de retrasar la inversión, haya acusada irreversibilidad o la flexibilidad de gestión sea importante. En todos estos casos, el método falla porque la inversión no puede ser asimilada a la adquisición de un bono u obligación. Entonces, en estos casos *¿a qué se parece?*.

2. En enfoque de opciones reales.

El enfoque de opciones reales parte de la analogía de un proyecto de inversión con una opción financiera.

Una opción sobre un determinado activo subyacente (S) y con precio de ejercicio X, da a su poseedor (que paga una prima por la opción) el derecho, que no la obligación, de comprar o vender ese activo subyacente a un precio X antes de una fecha determinada denominada fecha de vencimiento. En caso de que el derecho negociado sea el de comprar el activo subyacente, se habla de opción de compra o *call*; por su parte, en una opción de venta o *put*, se adquiere el derecho a vender. En España, por ejemplo, se negocian opciones sobre las acciones de las principales empresas, y también existen opciones cuyo activo subyacente es el índice IBEX-35.

Así, por ejemplo si en el vencimiento de una opción de compra, el precio del subyacente es superior al precio de ejercicio, el poseedor de la opción podrá ejercer su derecho, obteniendo una ganancia de S-X. Por el contrario, si el precio del subyacente es inferior al de ejercicio, la opción no será ejercida (pues podría comprar directamente el subyacente más barato en el mercado), y su poseedor tan sólo habrá perdido el precio que pagó por la prima. Razonamientos análogos se pueden utilizar en el caso de una opción de venta.

Si el subyacente aumenta, el precio de las opciones de compra aumentan, mientras que disminuye el de las de venta. Sin embargo, tanto el valor de los *calls* como de los *puts* aumenta cuando la desviación típica del subyacente y/o el tiempo que falta para el vencimiento son mayores. Estamos, por tanto, ante un activo financiero cuyo valor crece cuando el riesgo es mayor.

Una oportunidad de inversión en un proyecto real puede ser vista entonces como el derecho, que no la obligación de obtener el valor del proyecto, pagando para ello, el desembolso inicial de la inversión. En otras palabras, un proyecto de inversión puede ser considerado como una opción de compra sobre el valor de proyecto (el valor actual de sus flujos de caja), siendo el precio de ejercicio la inversión inicial, correspondiéndose el vencimiento con el tiempo en que la oportunidad de inversión sigue viva.

Cuando se realiza una inversión con desembolso inicial irre recuperable, se está ejerciendo la opción de invertir, eliminando así la posibilidad de esperar a que aparezca nueva información que afecte a la bondad del proyecto (Dixit y Pindyck [1]). La pérdida de esta opción supone entonces un coste de oportunidad que debe ser considerado, de modo que, para que una inversión sea aconsejable, no basta con que el valor actual de los flujos de caja menos los costes iniciales sea superior a cero, sino que esta diferencia debe ser mayor que el coste de oportunidad perdido por ejercer la opción.

Como ocurría con las opciones financieras, el valor de esta opción es mayor cuanto mayor es el tiempo en que puede demorarse el inicio de la inversión y cuanto mayor es la desviación típica de los flujos de caja del proyecto. Por ello, tan sólo debe invertirse anticipadamente cuando las estrategias de nuestros competidores puedan minar el valor de las opciones (Kester, [2]) tomando ventajas competitivas, o bien cuando los flujos de caja obtenidos en los primeros años compensen el valor perdido por ejercer la opción.

Normalmente, un proyecto de inversión puede llevar asociados uno o varios de los siguientes tipos de opciones (Trigeorgis [6]):

- 1) *Opción de esperar*. Permite invertir más tarde, una vez clarificados algunos de los hechos inciertos que podrían perjudicar la inversión. Son muy utilizadas en empresas extractivas, por ejemplo, para determinar el momento óptimo en el que iniciar los trabajos de prospección de una reserva petrolífera.
- 2) *Opciones de alterar la escala de las operaciones*, que permite a la dirección reaccionar ante los cambios de mercado. Así puede ejercer la *opción de expandir*, si la demanda es mayor que la esperada, *contraer* si el volumen de operaciones es menor, o *cerrar temporalmente* cuando el precio de los productos es inferior a los costes marginales. Este tipo de opciones son muy importantes en el lanzamiento de nuevos productos en mercados inciertos, ya que la consideración de su valor puede alterar la decisión de invertir.
- 3) *Opción de abandonar*, consistente en liquidar la inversión obteniendo a cambio el valor residual de los activos involucrados.
- 4) *Opción de cambio*. Consiste en intercambiar los *inputs* (flexibilidad de proceso) o los *outputs* (flexibilidad de producto) de un proceso productivo. La caldera mixta y los sistemas de fabricación flexible constituyen, respectivamente, ejemplos de flexibilidad en los *inputs* y *outputs*.
- 5) *Opciones de crecimiento*. En muchos casos, la ejecución de un proyecto permite, posteriormente, realizar otra serie de inversiones, que en ningún caso serían posibles sin

haber realizado la primera. Muchos proyectos de I+D, y las denominadas opciones de aprendizaje constituyen ejemplos típicos.

- 6) *Inversión por etapas*. Proyectos que requieren el desembolso de grandes cantidades monetarias en diversos instantes de tiempo pueden ser descompuestos en una serie de etapas, de forma que, tras ejecutar una fase, el equipo directivo puede elegir entre seguir con las siguientes o abandonar. Por tanto, cada fase puede ser concebida como una opción cuyo subyacente es la fase siguiente. Este tipo de opciones son muy utilizadas en el sector farmacéutico.

En todos los casos, el valor de la opción se incrementa cuanto mayor es la desviación típica de los flujos de caja asociados. De esta manera, el valor de la opción puede contrarrestar el incremento de la tasa de descuento utilizada para actualizar los flujos de caja.

4. Aplicaciones en Ingeniería de Organización.

El enfoque de opciones reales tiene aplicaciones inmediatas a multitud de problemas propios de la ingeniería de organización. Debido al tratamiento que realiza del riesgo, ofrece una visión integradora entre las finanzas, la estrategia empresarial y la función de producción. En los próximos subapartados, comentaremos algunos de los campos en los que la metodología se está comenzando a utilizar con resultados prometedores.

4.1. Sistemas de Fabricación Flexible.

Los sistemas de fabricación flexible son una fuente de opciones de cambio de *outputs*, En concreto, permite cambiar tanto el tipo de productos fabricados como el volumen de producción. La consideración de las opciones asociadas altera dramáticamente las decisiones de compra de este tipo de equipos, pues proyectos que serían rechazados pasan a ser altamente valiosos al considerar, en su justa medida, el *valor de la flexibilidad*.

Así por ejemplo, hemos evaluado las opciones reales asociadas a la célula de fabricación flexible del Laboratorio de Organización Industrial y Producción (L.O.I.P.), ubicado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valladolid. Primeramente, determinamos el valor actual neto del sistema sin considerar las opciones reales. Posteriormente calculamos el orden de magnitud del valor de dos tipos de opciones: la de poder intercambiar la fabricación de un conjunto de productos por otro y la opción de incrementar el volumen de producción.

El resultado más espectacular nos muestra que, el valor del primer tipo de opciones puede llegar a ser del orden de ocho veces el valor actual neto sin opciones, mientras en el caso de la opción de aumento de volumen, es de unas cuatro veces. (Pajares et. al.[4]) En cualquier caso, estos valores aumentan a medida que la incertidumbre acerca de la evolución de la demanda es mayor.

4.2. Evaluación y gestión de proyectos de I+D.

Las inversiones en I+D suelen estar sometidas a alto riesgo. En primer lugar, existe incertidumbre acerca de la resolución de los problemas tecnológicos asociados a cualquier proyecto de este tipo. Pero caso de que sean solventados, existe el riesgo de que el nuevo producto o la nueva tecnología no obtenga el éxito comercial esperado. Y aún con éxito comercial, puede que algún competidor imite rápidamente nuestra innovación. Por ello,

utilizando estrictamente el método del valor actual neto, muy pocos proyectos de I+D serían desarrollados.

Muchos proyectos de I+D pueden considerados como una inversión por etapas (Pennings y Lint [5]), en donde cada fase proporciona el derecho, que no la obligación de continuar con las fases siguientes. De esta forma, tras cada fase de la investigación puede decidirse continuar o finalizar, en función de las expectativas futuras acerca del valor del proyecto.

Pero además, todo proyecto de I+D implica un proceso de aprendizaje tecnológico, que lleva asociado opciones de crecimiento que pueden permitir, en un futuro, acometer otras inversiones. En otras palabras, aunque la investigación principal no tenga éxito, se han conseguido unos conocimientos que abren la puerta a futuras inversiones.

4.3. Tamaño óptimo de planta y flexibilidad de proceso.

Desde el punto de vista del enfoque de opciones reales, puede ser interesante sobredimensionar las instalaciones con respecto al tamaño que exigirían los niveles de demanda inicialmente estimados. De esta forma, se dispondría automáticamente de la opción de expansión, sin necesidad de desembolsos iniciales posteriores, y sin tener que esperar hasta la finalización de las obras pertinentes. En cualquier caso, el sobredimensionamiento puede ser considerado siempre que su coste sea inferior al valor de la opción.

Por otra parte, cuando se diseña el proceso productivo, puede ser conveniente optar por soluciones que permitan trabajar con materias primas equivalentes, de forma que pueda operarse siempre con la más económica. El coste a pagar por disponer de esta posibilidad viene limitado entonces, por el valor de la opción de cambio de *inputs* asociada. También la negociación inteligente con varios proveedores puede ser una fuente gratuita de este tipo de opciones.

4.4. Valoración de empresas.

El valor de mercado de una empresa (V) puede escribirse como la suma del valor de mercado de sus acciones (A) y el valor de mercado de su deuda (D). Si al vencimiento de esta última, el valor de la empresa es superior al nominal de la deuda (B), entonces se paga a los obligacionistas dicho nominal, y el valor de las acciones pasa a ser $V-B$. Si, por el contrario, al vencimiento de la deuda, V es menor que B , la empresa no puede hacer frente a sus obligaciones, y el valor de las acciones es nulo. Por tanto, las acciones de una empresa pueden ser concebidas como una opción de compra sobre el valor de la empresa (V), siendo el nominal de la deuda (B) el precio de ejercicio.

Con este enfoque, es posible explicar situaciones en las que el valor de las acciones sube a medida que el riesgo aumenta, sin necesidad de que se produzcan incrementos en las expectativas de los flujos de caja futuros.

Por ello, se está utilizando la metodología de opciones reales para evaluar empresas de la Nueva Economía, en las que la tradicional relación riesgo/valor presenta anomalías.

Kester [2] estimó el valor teórico de las principales corporaciones americanas utilizando simultáneamente varios métodos de valoración basados en el descuento de flujos de caja, y observó que, en todos los casos, el resultado obtenido era sensiblemente inferior al verdadero

valor de mercado. El propio Kester propone que esta diferencia es un indicador del orden de magnitud de las opciones de crecimiento, que en algunos casos supera niveles cercanos al 80 % del valor total de la compañía.

En general, todos los intangibles que aportan valor, pueden ser considerados como opciones reales, influyendo en consecuencia en el valor de mercado de toda empresa.

4.5. Otras aplicaciones.

El abanico de posibilidades que proporcionan las opciones reales es inmenso. Si son importantes las implicaciones del enfoque en la valoración de activos, no es menos provocativa su influencia en la gestión empresarial. En efecto, si las opciones son valiosas, los directivos deberían impulsar acciones que las generasen.

Así, pueden emprender acciones competitivas para dilatar el período en el que pueden ser ejercidas las opciones; o abrir oportunidades de negocio, tanto con clientes como con proveedores, alcanzando flexibilidad de producto y proceso. También deberían impulsar inversiones que, aun no teniendo un elevado valor en sí mismas, sean capaces de generar valiosas opciones de crecimiento.

Para que todo esto pueda ser llevado a la práctica, es necesario además, que los sistemas de remuneración reconozcan el valor de las opciones generadas por los directivos.

5. Conclusiones.

En este artículo, hemos puesto de manifiesto el enorme potencial del enfoque de opciones reales para abordar algunos de los problemas relevantes en ingeniería de organización. Dicho enfoque, permite integrar

muchos aspectos comunes a las finanzas, la estrategia y la función de producción. La evaluación de sistemas de fabricación flexible, proyectos de I+D, tamaños óptimos de planta y empresas, son sólo algunas de las aplicaciones más relevantes.

El valor de la metodología es más relevante en aquellas inversiones caracterizadas por niveles de riesgo importantes, y en las que la irreversibilidad, la posibilidad de demora y la flexibilidad de gestión son acusadas. En estos casos, los métodos tradicionales de evaluación, basados en el descuento de flujos de caja no son adecuados.

Las opciones reales tienen también implicaciones en la gestión empresarial, pues exigen que los directivos recapaciten acerca de cómo explotar las oportunidades que les brinda todo proyecto de inversión.

No obstante, aunque conceptualmente la metodología resuelva muchos problemas difícilmente abordables desde planteamientos financieros más tradicionales, la evaluación numérica de las opciones es compleja, exigiendo en muchos casos conocimientos de cálculo estocástico diferencial. Aun así, una estimación de su orden de magnitud no requiere tal nivel de sofisticación.

Referencias

- [1] Dixit, A.K y Pindyck, R.S. (1995). "The Option Approach to Capital Investment". *Harvard Business Review*. May/Jun pp:105-115.
- [2] Kester, W.C. (1984). "Las Opciones Actuales para el Futuro Crecimiento". *Harvard-Deusto Business Review*, 4º trimestre, pp:73-84.
- [3] Luehrman, T.A. (1998). "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers". *Harvard Business Review*, Jul-Aug.
- [4] Pajares, J., de Benito, J.J., Hernández, C. y López (2000). "Evaluación de Inversiones en Sistemas de Fabricación Flexibles Mediante Opciones Reales". *Revista de Economía y Empresa*, 39, pp:69-85.
- [5] Pennings, E. y Lint, O. (1997). "The Option Value of advanced R&D". *European Journal of Operational Research*, 103, pp: 83-94.
- [6] Trigeorgis, L (1996): *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. The MIT Press. Massachusetts Institute of Technology.