

## **6. TEORÍA DE LAS OPCIONES EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

## 6.1 LA DECISIÓN DE INVERSIÓN

En el análisis de los modelos clásicos de valoración que hemos analizado hasta este momento no hemos tenido en cuenta el efecto de la incertidumbre y del riesgo. Se ha supuesto que una vez que se realiza el proyecto, sus características permanecen constantes a lo largo de su vida. En realidad, dependiendo de lo que suceda en el futuro, siempre habrá oportunidades de modificar el proyecto. A estas oportunidades se le llaman **opciones reales**.

Los directivos encargados de decidir que inversiones se llevan a cabo deben encontrar estas opciones, valorarlas y corregir el modelo aplicado para valorar la inversión, es decir, los directivos, una vez que han distinguido las opciones y las han valorado deben decidir si aprovechan esa oportunidad que le da el mercado o no y que pueden añadir valor a la inversión.

Hay muchos casos en los que los directivos financieros de las empresas encargados de decidir sobre la inversión se encuentran con opciones: proyectos que incluyen una opción de compra de equipos adicionales en el futuro, la compra de un terreno contiguo para futuras ampliaciones de la fábrica o la inversión en una patente que le permita desarrollar una nueva tecnología.

Las opciones reales permiten a los directivos añadir valor a la empresa aumentando las ganancias o reduciendo las pérdidas. La mayoría de los directivos llaman a estas oportunidades **intangibles**, de manera que la clave de las decisiones que toman cuando revisan los proyectos de inversión son estos intangibles.

La mayoría de las empresas de éxito reconocen el valor de la flexibilidad, de manera que un proyecto proporcionará a la empresa una opción de expandirse si las cosas van bien y para abandonar la producción si las cosas van mal, incluso podría llegar a pagar si las cosas van mal.

El análisis de la mayoría de los proyectos de inversión es algo bastante difícil de realizar con los métodos clásicos como el VAN o el TIR, ya que estos métodos se basan en un entorno estático mientras que las decisiones se toman en un entorno dinámico, lo que conlleva la presencia de opciones. Además estos métodos clásicos de valoración infravaloran los proyectos de inversión ya que no tienen en cuenta el valor estratégico de dichos proyectos. Los factores que más influyen en la toma de decisiones de invertir cuando se presentan oportunidades son:

- el período de tiempo durante el cual se puede decidir llevar a cabo un proyecto de inversión. Cuanto mayor sea éste, menor será la probabilidad de cometer errores en la elección y mayor será la opción de crecimiento que tiene. Si un proyecto puede posponerse lo suficiente, incluso un proyecto con el VAN negativo podría aceptarse por el simple hecho de llevar incorporada la opción de ampliación o crecimiento. Para ello debe asegurarse que se va a quedar con todos los beneficios de manera exclusiva.
- El riesgo del proyecto. El riesgo influye de manera positiva sobre el valor de la opción de crecimiento, ya que a un mayor riesgo, una mayor rentabilidad. Si una opción se decide posponer, podrá ser llevada a cabo cuando tenga su VAN positivo o rechazarse si fuera de nuevo negativo sin incurrir en pérdidas. Así, en contra de lo que generalmente se cree, una mayor incertidumbre en el tema relacionado de los tipos de interés elevados y horizontes lejanos de inversión no es necesariamente perjudicial para el valor de la opción de invertir, ya que aunque esto disminuye el VAN de un proyecto, también pueden elevar el valor de las opciones del mismo de tal manera que se pueden contrarrestar.
- Los tipos de interés. Tipos elevados disminuyen el valor de la opción porque conllevan tasas de actualización más altas lo que hace que disminuyan los flujos de caja. Al mismo tiempo también disminuyen el precio de ejercicio de la opción, de tal manera que si se compensan

puede mantener el valor de las opciones en los proyectos de crecimiento.

- El grado de exclusividad del derecho de la empresa a aceptar un proyecto de inversión, es decir, el derecho de ejercicio puede ser compartido o no. Lógicamente son más valiosas las opciones que son exclusivas son más valiosas que las compartidas. Estas opciones suelen resultar de la posesión de una patente, de la posesión de una tecnología que la competencia no puede poseer o incluso de la tenencia de información del mercado que no es de carácter general.

Es más difícil valorar las opciones reales que las financieras debido a una serie de razones como pueden ser:

- que el mercado financiero está más equilibrado que el mercado de los productos reales ya que en los financieros existe arbitraje.
- Es más difícil medir la volatilidad de los activos reales que la de los activos financieros ya que no se disponen de precios de cambio o cotizaciones en los activos reales.

Estas y otras razones son las que hacen que una opción real sea más difícil de valorar que una financiera, pero aún así es muy recomendable la aplicación del método de la teoría de las opciones reales para la valoración de proyectos de inversión en activos reales.

La existencia de opciones reales aumenta el valor de un proyecto de inversión. El valor de un proyecto se define como el valor que tiene calculado con uno de los modelos clásicos sin la opción más el valor de la opción, de manera que a mayor número de opciones e incertidumbre en su uso, mayor será el valor de la opción y por extensión el valor de la inversión. La consideración de las opciones de expansión, abandono o posponer la inversión, pueden provocar que una decisión de rechazo de un proyecto de inversión se convierta en una decisión de aceptación y que ésta se convierta, más tarde en una decisión de posponer.

Existe una analogía entre las opciones financieras y las opciones reales en el sentido de los factores que determinan el valor de las opciones como se demuestra en la Tabla 6.1:

Opción financiera	Opción real
Precio del activo subyacente	Valores esperados de los flujos de caja
Precio de ejercicio	Costo de la inversión
Tipo de interés sin riesgo a CP	Tasa de descuento con riesgo
Volatilidad del subyacente	Volatilidad de los flujos de caja
Tiempo hasta el vencimiento	Tiempo hasta el vencimiento
Dividendos u otros rendimientos	Mantenimiento de la opción
Su valor depende de la revalorización esperada del activo subyacente	Su valor depende de la revalorización esperada del activo subyacente

Tabla 6.1 Analogía entre los tipos de opciones

## 6.2 TIPOS DE OPCIONES PRESENTES EN PROYECTOS

### 6.2.1 OPCIÓN DE EXPANSIÓN, CRECIMIENTO O AMPLIACIÓN

Las opciones de expansión recogen la posibilidad de incluir, dentro de un proyecto de inversión, oportunidades de inversión adicionales y discrecionales ligadas en ese momento a la vida del proyecto. Estas oportunidades pueden incluir aumentar la capacidad, introducir nuevos productos o adquirir otras empresas e incrementar los presupuestos en publicidad, investigación y programas de desarrollo comercial.

La ventaja clave de la perspectiva de las opciones de crecimiento es que integra el presupuesto de fondos para inversiones con la planificación estratégica a largo plazo. Dado que las decisiones de inversión de hoy pueden crear la base para las de mañana, las asignaciones de fondos realizadas en un año cualquiera son pasos vitales para el logro final de los objetivos estratégicos.

La opción de ampliar la producción o la escala operativa de un proyecto si las condiciones son favorables, o disminuiría si son desfavorables, es una opción

real equivalente a una opción de compra americana. Debido a que la opción de expansión proporciona la posibilidad de realizar inversiones adicionales de seguimiento si las condiciones son favorables, un proyecto que pueda ampliarse vale más que el mismo proyecto sin esa posibilidad.

La opción de expansión es difícil de evaluar en la práctica dada su complejidad. Por ejemplo, si se decide ejercerla ahora, puede que nos encontremos con un exceso de capacidad, por lo que sería mejor ampliar más adelante, pero esto trae consigo el diferimiento del logro de dicha capacidad, sin la cual no podríamos atender un aumento de la demanda y dejaríamos de obtener, desde hoy, sus correspondientes flujos de caja.

En las inversiones continuadas la realización de la primera inversión lleva consigo el valor de una opción de compra sobre la segunda, y así sucesivamente, por lo que puede asimilarse a la adquisición de una opción de compra y aplicársele, para su valoración, los modelos de valoración de opciones como el Black-Scholes.

### **6.2.2 LA OPCIÓN DE ABANDONO**

En muchas ocasiones, los directivos son propensos a elegir determinados proyectos que, aún siendo menos rentables que otros, tienen la ventaja de su flexibilidad. Por ejemplo, en el uso de diferentes tecnologías, localizaciones o la posibilidad de liquidar el proyecto en cualquier momento por un valor de venta superior a lo que se esperaría obtener si se continúa con su explotación. En este último supuesto, el valor de esa mayor flexibilidad puede concretarse tratándola como si fuera una opción de venta.

La razón económica del abandono es la misma que la de la inversión. Se debe desinvertir cuando el proyecto no se justifica económicamente. Una vez que el proyecto ya no es rentable, la empresa recortará sus pérdidas y ejercerá esta opción de abandonar el proyecto. Esta opción real de liquidación proporciona un seguro parcial contra fallos y es formalmente equivalente a una opción de venta

americana con un precio de ejercicio igual al valor de venta del proyecto. Sin embargo, no es una opción de venta sencilla, es decir, el proyecto proporciona unos flujos de caja inciertos y tiene un valor residual también incierto, y esto complica enormemente el procedimiento de solución.

Algunos activos se pueden liquidar más fácilmente que otros. Por ejemplo. Los activos tangibles son más fáciles de vender que los intangibles. Tener un mercado de segunda mano con la suficiente liquidez, estandarización de los equipos, amplio uso, costos de desmantelamiento, etc., son otros de los aspectos a favor y en contra que deben tenerse en cuenta.

El valor total de un proyecto debe considerar su valor de abandono, el cual, generalmente, no se conoce en el momento de su evaluación inicial, sino que depende de su evolución en el futuro. Existen dos importantes cuestiones a considerar en el análisis del valor de abandono:

- La necesidad de tenerlo en cuenta, de alguna forma, en la decisión de inversión.
- La determinación del momento o intervalo de tiempo en el que dicho valor de abandono alcanza su máximo valor.

El valor total del proyecto serían sus propios flujos de caja más el valor de la opción de venta. Cuando el valor presente del proyecto disminuye por debajo del valor de liquidación, el acto de abandonar o de vender el proyecto es equivalente al ejercicio de la opción de venta, toda vez que el valor de liquidación del proyecto fija un límite inferior al valor de éste y el ejercicio de la opción es conveniente. Por consiguiente, un proyecto que pueda ser liquidado vale más que el mismo proyecto sin la posibilidad de abandono.

Un ejemplo claro de una secuencia o serie de opciones de abandono la compondría un proyecto típico de I&D, donde según los éxitos o los fracasos de los experimentos que ocurran en cada fase, ésta podría continuar o abandonarse

(con un valor cero). Como regla general, un proyecto debería ser abandonado cuando:

- Su valor de abandono exceda el valor presente de los flujos de caja futuros.
- Sea mejor abandonarlo ahora que después (momento óptimo de abandono).

La opción de abandono, como se mencionaba, es una opción americana cuyo ejercicio sería generalmente óptimo y, el momento del ejercicio anticipado debe determinarse conjuntamente con el valor de abandono.

El valor de la opción de abandono es importante en relación con el control continuado de los proyectos, una vez que han sido emprendidos. La decisión de continuar o vender (abandonar) en algún momento futuro de la vida del proyecto (momento óptimo de abandono) depende de la situación en que se emprende el proyecto, sino que dependerá de su ulterior evolución. Hay veces en que es más ventajoso abandonar un proyecto que seguir con él (aún cuando su VAN siga siendo positivo). No olvidemos que el análisis del VAN presupone que se mantendrá el proyecto hasta el final del horizonte temporal, sin importar lo que ocurra en el futuro.

La regla tradicional de la decisión de abandono consiste en que un proyecto debería ser abandonado en el primer año en el cual el valor de abandono sea superior al valor presente de los restantes flujos de caja. Sin embargo, más recientemente, se ha hecho evidente que esta regla de decisión puede no dar como resultado una decisión óptima, y el abandono en una fecha posterior podría conducir a un VAN todavía mayor.

Por esto, la regla óptima de abandono consiste en determinar la combinación de flujos de caja por operaciones restantes y el valor futuro de abandono que tengan un mayor VAN esperado. Sin embargo, esta regla es difícil

de implantar, especialmente cuando la vida del proyecto es larga y existen numerosas oportunidades futuras de abandono.

Por último, hay que tener en cuenta las denominadas inversiones irreversibles. Aunque es claro que toda inversión puede ser abandonada, sucede que en ciertos proyectos de inversión, dado su carácter estructural, ya vienen determinados, a su vez, el tipo de proyectos futuros que pueden realizarse y la empresa no puede plantearse abandonarlos sin incurrir en graves costos.

En estos casos, la opción de abandono nunca se podrá ejercer. En realidad, dicha opción se pierde. Por ello, el valor de una inversión irreversible debería tener menor valor que otra con la posibilidad de abandono. Exactamente, el de la pérdida de la opción de abandono. Por lo tanto, el valor de esta opción debería incluirse como un componente más del coste inicial. Dado que, al ser irreversible la inversión, la empresa pierde la opción de abandonarla, la decisión de invertir no se podrá adoptar sobre la regla clásica por la que una inversión puede emprenderse cuando su VAN sea mayor que cero. Ahora el VAN debería ser mayor que el valor de la opción de abandono, entendida ésta como un coste de oportunidad.

### **6.2.3 LA OPCIÓN DE REDUCCIÓN**

La opción de reducir la escala operativa de un proyecto es otra opción real formalmente equivalente a una opción de venta americana. Dado que la opción de reducción proporciona a los directivos el derecho, pero no la obligación, de reducir el tamaño de las operaciones si las condiciones resultan desfavorables, un proyecto que pueda ser reducido vale más que el mismo proyecto sin esa oportunidad. Por ejemplo, una compañía petrolífera puede decidir cerrar en el futuro algunos de sus pozos si los precios no son favorables.

Muchos proyectos, como el de este ejemplo, pueden ser diseñados (por módulos), de tal forma que se pueda reducir la producción o el tamaño en el

futuro, si las condiciones no son las adecuadas. La reducción o disminución del tamaño del proyecto equivale al ejercicio de la opción de venta.

#### **6.2.4 LA OPCIÓN DE INTERCAMBIO**

Ésta es una de las clases de opciones reales más generales que pueden encontrarse. La opción para intercambiar las operaciones de un proyecto es una cartera de opciones que consiste tanto en una opción de compra como de venta. Reiniciar las operaciones cuando previamente se han cancelado es equivalente a una opción de compra americana. De manera similar, la cancelación de las operaciones previamente iniciadas, cuando las condiciones son desfavorables, equivale a una opción de venta americana. El costo de reiniciar o de detener las operaciones puede concebirse como el precio de la opción de compra o de venta.

Existen muchos ejemplos de este tipo de opciones reales, como la producción por pedidos en la industria de la subcontratación. Por ejemplo, para el caso de una mina de oro, el valor de ésta dependerá de la capacidad de la gerencia para cerrarla, si el precio del oro es menor a un precio determinado, y reabrirla posteriormente, si las condiciones son favorables.

Un proyecto en el que las operaciones puedan ser reiniciadas o detenidas (o intercambiadas entre dos localizaciones diferentes), vale más que un proyecto sin esa posibilidad. Un sistema de producción flexible que pudiese utilizar los mismos activos para fabricar dos productos diferentes, en función de la estación (verano o invierno) o de la moda, sería otro ejemplo de este tipo de opción.

La ventaja de valorar las opciones de intercambio radica en que proporciona, además, indicios sobre las fechas en las que económicamente es más conveniente reabrir y cerrar las actividades. En determinadas ocasiones, puede

ocurrir que, una vez reiniciadas las operaciones, sea más conveniente seguir adelante que detenerlas (aunque el precio de venta sea inferior al precio del coste del producto), debido a un costo de cierre mayor. O, por el contrario, que una vez detenidas las operaciones, sea más conveniente continuar con el cierre que reabrir (aunque el precio de venta supere al precio de coste de producto), debido a un coste de reapertura mayor. Es decir, el costo de cierre o de reapertura (precios de ejercicio) establecen los límites a tener en cuenta para la adopción de una decisión óptima. Esto es, no reabrir hasta que los precios no superen un mínimo, o no cerrar hasta que los precios no bajen un máximo.

### **6.2.5 LAS OPCIONES ESTRATÉGICAS**

En ocasiones las empresas implementan nuevos proyectos de inversión sólo para explorar y evaluar futuras y potenciales estrategias de negocios. Este tipo de proyectos son difíciles de analizar con los modelos basados en los flujos de caja descontados, ya que la mayor parte de los beneficios se reciben en forma de opciones para acciones futuras relacionadas con el negocio.

Los proyectos que crean este tipo de opciones, quizá sean muy valiosos, pero resulta difícil medir dicho valor. El ejemplo típico son los proyectos de I&D, muy importantes y valioso para muchas empresas porque crean opciones para nuevos productos y procesos de fabricación.

Otro ejemplo característico es el de los programas pilotos. En estos casos, el programa piloto es una opción valiosa para la dirección. La empresa no está obligada a tener un programa piloto, pero es posible que el nuevo producto o proceso no sea exitoso y, en este caso, el gasto de la operación piloto podría haber ayudado a la empresa a evitar un costo fracaso. Es como introducir primero un dedo en el agua, para conocer la temperatura antes de meterse en la piscina.

### 6.2.6 VALORACIÓN DE LA EMPRESA

En los apartados anteriores se analiza el tratamiento que puede dársele a las decisiones de inversión en la empresa utilizando la metodología de las opciones reales. En este punto expondremos su utilidad para valorar una fuente de financiamiento.

Siempre que una empresa se endeuda está creando una opción. La razón es que la empresa no está obligada a pagar la deuda en la fecha de vencimiento. Si en dicho momento, el valor de los activos es menor que el de la deuda, la empresa optará por no pagar y los prestamistas se quedarán con los activos de ésta. Por consiguiente, cuando una empresa pide un préstamo, el prestamista adquiere de hecho parte de la empresa y los accionistas tienen la opción de recomprarla pagando la deuda.

Los accionistas de una empresa que ha emitido deudas tienen el derecho, pero no la obligación, de mantener el valor de la compañía hasta la fecha de vencimiento de la deuda y de liquidar dicha deuda. Aunque, desde luego, también podrían optar por aceptar la quiebra. Planteado desde ese punto de vista, el capital propio en una empresa apalancada es una opción de compra con un precio de ejercicio igual al valor de la deuda.

Para facilitar la explicación, vamos a suponer que una empresa llamada CALLTELL sólo tiene dos fuentes de financiación: Capital propio, representado por acciones ordinarias, que no pagan dividendos, cuyo valor de mercado o cotización es  $S$ , y deuda, representada por una emisión de bonos cupón cero (un cupón cero es aquel bono cuya remuneración consiste en un precio de compra menor al de emisión y no en el pago de intereses o cupones. La rentabilidad reside en la diferencia entre el valor de compra y el nominal) de valor nominal  $D$ , con vencimiento a los  $T$  años y cuyo valor actual de mercado es  $B$ . Dicha emisión se encuentra garantizada por los activos de la empresa.

Partiendo de estos supuestos podemos replicar la posición de los accionistas y obligaciones con la del comprador y emisor de una opción de compra europea sobre el valor de la empresa en su conjunto (que sería el activo subyacente en este caso), con precio de ejercicio el valor nominal de los bonos  $D$ , y fecha de expiración a los  $T$  años. La interpretación de esta opción sería la siguiente: en el momento de la emisión de la deuda, los accionistas venden la empresa a los obligacionistas a cambio de dinero en efectivo más una opción de compra sobre la empresa con las características ya mencionadas.

En el momento de vencimiento  $T$ , los accionistas pueden optar por:

- Hacer frente a sus compromisos pagando el nominal de la deuda y recuperando la empresa, cuyo valor es  $V$ . Esto ocurrirá cuando  $V$  sea mayor que  $D$ , con lo que la posición neta de los accionistas será  $V - D$ .
- No hacer frente a sus compromisos y aceptar la quiebra. Esto sucederá cuando el valor de la empresa  $V$  sea inferior al nominal de la deuda. En realidad, los accionistas tienen que hacer frente al pago de la deuda, pero si no pueden devolver el nominal de la misma, los accionistas pierden la empresa y los obligacionistas se quedan con la propiedad de ésta. En este caso, los accionistas dejan que la opción de compra expire sin valor y su posición neta es nula (pagan la deuda con el valor de la empresa).

### 6.2.7 RESUMEN

A continuación se presenta un resumen de los tipos de acciones que existen, con una pequeña descripción y los sectores en los que son más útiles.

- ? **Opción para diferir:** la gerencia mantiene un alquiler o una opción de compra sobre un terreno, o recurso, valioso. Puede esperar ( $x$  años) para ver si los precios de los productos justifican la construcción de un edificio, instalaciones o el desarrollo del terreno. Es óptima en todas las industrias

extractivas de recursos naturales, en inmobiliarias y en granjas, papeleras, etc.

- ? **Tiempo para crear la opción (inversión por etapas):** La inversión en etapas, a través de una serie de desembolsos, crea la opción de abandonar el proyecto a mitad de camino si la nueva información fuese desfavorable. Cada etapa puede ser contemplada como una opción sobre el valor de las etapas posteriores y valorada como una opción compuesta. Es óptima en proyectos de I&D (especialmente farmacéuticos), proyectos que impliquen grandes desembolsos durante mucho tiempo como la construcción a gran escala, plantas generadoras de energía, capital-riesgo al arrancar un negocio, etc.
- ? **Opción para alterar la escala de las operaciones (expandir, reducir, cerrar y reiniciar):** Si las condiciones del mercado son más favorables que las esperadas, la empresa podrá expandir la escala de producción o acelerar la utilización de los recursos. Si no ocurriese así, se podrá reducir la escala de las operaciones y en casos extremos se podrían detener totalmente y reiniciarlas cuando convenga. Es óptimo para industrias de recursos naturales como las mineras, para la planificación y construcción de productos en sectores cíclicos, para la moda, bienes de consumo, inmobiliarias, etc.
- ? **Opción de abandono:** si las condiciones del mercado descienden fuertemente, la gerencia puede abandonar las operaciones actuales permanentemente y proceder a liquidar los activos de la empresa en el mercado de segunda mano. Es óptimo para industrias de capital intensivo como aerolíneas y ferrocarriles, para servicios financieros o para la introducción de nuevos productos en mercados inciertos.
- ? **Opción de cambio:** si los precios o la demanda varían, la gerencia puede cambiar la combinación de los productos ofertados (flexibilidad de la producción). Alternativamente, los mismos productos pueden fabricarse utilizando diferentes tipos de inversiones (flexibilidad del proceso). Para la flexibilidad de la producción, es recomendable su utilización en bienes con una demanda muy volátil como la electrónica de consumo, juguetes, componentes de maquinaria, autos,... Para la flexibilidad del proceso es

recomendable su utilización en productos que dependen fuertemente del suministro de materias primas como el petróleo, la energía eléctrica, química, agrícolas,...

- ? **Opciones de crecimiento:** una inversión temprana (I&D, arrendamiento sobre terreno no desarrollado o reservas petrolíferas, adquisición estratégica, redes/infraestructura de información) es un prerequisite o enlace en una cadena de proyectos interrelacionados, que posibilitan futuras oportunidades de crecimiento (productos o procesos de nueva generación, acceso a nuevos mercados, fortalecimiento de las opciones compuestas internas) como opciones compuestas dentro del proyecto global. Es óptima en industrias basadas en infraestructura o estratégicas, especialmente de alta tecnología, I&D o industrias con múltiples generaciones o aplicaciones de productos. También es óptima es operaciones multinacionales y en adquisiciones estratégicas.
- ? **Opciones con múltiples interacciones:** en la vida real los proyectos implican a menudo un compendio de varias opciones, que favoreciendo el crecimiento en caso de ascenso (call) y protegiendo en caso de descenso (put), se presentan conjuntamente. Su valor combinado puede diferir de la suma de las opciones individuales ya que pueden interactuar entre sí. Pueden también interactuar con opciones de flexibilidad financiera. Es óptimo en la mayoría de las industrias comentadas anteriormente.