



mr
manual de referencia

ECONOMÍA Y ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS

VALORACIÓN POR OPCIONES REALES TEORÍA Y CASOS

Jerónimo Aznar Bellver | Teodosio Cayo Araya
Arturo A. López Perales | José Luis Vivancos Bono



Editorial
Universitat Politècnica
de València

ECONOMÍA Y ORGANIZACIÓN
DE EMPRESAS

Valoración por Opciones reales

Teoría y casos

Jerónimo Aznar Bellver
Teodosio Cayo Araya
Arturo A. López Perales
José Luis Vivancos Bono

Colección *Manual de Referencia*

Los contenidos de esta publicación han sido evaluados mediante el sistema *doble ciego*, siguiendo el procedimiento que se recoge en http://bit.ly/Evaluacion_Obras

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: Aznar Bellver, J.; Cayo Araya, T.; López Perales, A. A.; Vivancos Bono, J. L. (2020). *Valoración por opciones reales. Teoría y casos*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València

Jerónimo Aznar Bellver
Teodosio Cayo Araya
Arturo A. López Perales
José Luis Vivancos Bono

2020, Editorial Universitat Politècnica de València
venta: www.lalibreria.upv.es / Ref.: 6488_02_01_01

ISBN: 978-84-9048-747-1 (versión impresa)

ISBN: 978-84-9048-955-0 (versión electrónica)

Si el lector detecta algún error en el libro o bien quiere contactar con los autores, puede enviar un correo a edición@editorial.upv.es



Valoración por opciones reales. Teoría y casos / Editorial Universitat Politècnica de València
Se distribuye bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.



Jerónimo Aznar Bellver

Doctor por la Universitat Politècnica de València, Ingeniero Agrónomo y Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales. Ha sido hasta su jubilación Profesor Titular de Universidad de la Universitat Politècnica de València (España).

Publica en diferentes revistas internacionales, colabora con distintas sociedades de Tasación (ATASA, Euroval, Tabimed, Arenas&Cayo etc.). Imparte cursos y seminarios, nacionales e internacionales, en la UPV, otras Universidades y en foros profesionales como ATASA, UPAV y la LONJA de Medellín. Ha participado en diferentes ediciones de congresos internacionales de valoración. Autor de varios libros de valoración, su especialidad es la Valoración Multicriterio, la Valoración de empresas y la Valoración de intangibles, campos en los que trabaja tanto académica como profesionalmente.



Teodosio Cayo Araya

Profesor de la Universidad de Chile, académico del Diplomado de Tasación Inmobiliaria impartido en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile; Ingeniero Constructor de la Universidad Católica de Valparaíso; Perito Judicial de la Corte de Apelaciones. Amplia experiencia profesional en temáticas relacionadas con el área inmobiliaria, obteniendo el Diplomado de Tasaciones en Inmuebles Urbanos de la Universidad de Chile y un Magister en Dirección y Administración de Proyectos Inmobiliarios de la FAU. Director General de Arenas&Cayo SA.



Arturo Alejandro López Perales

Arquitecto. Maestro y Especialista en Valuación. Profesor e Investigador Universitario. Valuador profesional. Miembro de varios Consejos y Organismos. Director General del Instituto de Estudios Posgrado Investigación y Vinculación (IESPIV). Ha sido Subdirector General de Tasvaluo y actualmente Director General de AXIAValor y ACNetInternacional.



Jose Luis Vivancos Bono

Ingeniero Químico por la Universitat Politècnica de València (UPV) (1998); Doctor por la UPV (2005). En la actualidad es Profesor Titular de Universidad del Departamento de Proyectos de Ingeniería en la UPV. Experiencia docente desde 1998, en muchos casos como responsable de asignaturas, en las titulaciones de Ingeniería Industrial, Ingeniería Química, Máster Universitario en Dirección y Gestión de Proyectos, Máster Universitario Internacional Erasmus Mundus en Materiales y Sistemas Sensores para Tecnologías Medioambientales, etc., relacionadas con Proyectos de Ingeniería y Proyectos de Ingeniería Química. En general, impartiendo docencia en el campo de la Ingeniería. Ha participado en multitud de Publicaciones Docentes y en Proyectos Docentes Subvencionados.

En el capítulo de publicaciones destacan más de 50 aportaciones entre artículos en revistas, libros y capítulos de libros y más de 90 Ponencias en Congresos, habiendo sido editor de un libro con ISBN. Ha participado como investigador en multitud de proyectos y contratos de investigación con empresas y administraciones, destacando varios proyectos relacionados con sostenibilidad y eficiencia energética en la edificación. Desarrollo nuevos materiales, sistemas de medida y optimización de estructuras.

Ha dirigido diversas tesis doctorales premiadas con el Premio Extraordinario de Tesis.

RESUMEN

Las Opciones reales es una aplicación de la metodología de las Opciones financieras al mundo real (no financiero) que nos permite calcular los Flujos de Caja futuros incorporando la incertidumbre a partir de la volatilidad de los mismos. Además teniendo en cuenta las probabilidades de que se produzcan los distintos Flujos de Caja, nos permite incorporar la tasa sin riesgo como tasa de actualización y al mismo tiempo considerar la incertidumbre no como un elemento negativo sino como una oportunidad de mejora y de incremento de valor del activo, a diferencia de los métodos clásicos que la penalizan con un incremento de la tasa de actualización. Por otro lado las Opciones reales nos permiten tener en cuenta las posibles Opciones futuras del activo como pueden ser expandir, reducir, diferir, abandonar o escoger a diferencia de los métodos tradicionales del DFC y el TIR que son estáticos, Opciones que incorporan valor al activo.

"Cada cual considera que los límites de su propia visión
son los límites del mundo"
Arthur Schopenhauer

"El arco siempre tenso"
Florencio Villaroya

"La suerte es hija del trabajo"
Michael Hjorth y Hans Rosenfeldt

Índice

Capítulo 1. Análisis de inversiones y valoración de activos	1
1.1. Conceptos de matemáticas financieras	2
1.2. Homogenización de los datos	12
1.3. Análisis de inversión y el Valor Actual Neto. VAN	14
1.4. Tasa Interna de Rendimiento. TIR	16
1.5. El VAN como método de valoración de activos	18
1.6. El VAN como método de valoración de empresas	19
1.7. Método de los escenarios	20
1.8. Análisis de las decisiones en árbol. DTA	24
1.9. Consideraciones sobre el VAN y el TIR	30
Capítulo 2. Simulación Montecarlo	33
2.1. Origen de la simulación Montecarlo	34
2.2. Aplicaciones de la simulación Montecarlo	34
2.3. Simulación Montecarlo con Excel	35
2.4. Ejemplo de aplicación	36

Capítulo 3. Opciones financieras	39
3.1. Opciones financieras	40
3.2. Clases de Opciones financieras	43
3.3. Valoración de las Opciones financieras	51
3.3.1. El modelo de Black-Scholes	51
3.3.2. El modelo Binomial	54
3.3.3. Simulación Montecarlo	58
Capítulo 4. Cálculo de la volatilidad	63
4.1. Volatilidad histórica	64
4.2. Volatilidad de un proyecto parecido	65
4.3. Volatilidad de un mercado parecido	65
4.4. Volatilidad a partir de la información de expertos	66
4.5. Volatilidad según Brandao	67
Capítulo 5. Opciones reales	69
5.1. Opciones reales	70
5.2. Tipología de las Opciones reales	71
5.3. Opción de ampliar una inversión	73
5.4. Opción de reducir una inversión	77
5.5. Opción de diferir una inversión	80
5.6. Opción de cierre o abandono del proyecto	82
5.7. Opción de cierre o abandono temporal del proyecto	85
5.8. Opción de selección o escoger entre diferentes Opciones	87
5.9. Conclusiones	89
Capítulo 6. Valoración de empresas	91
6.1. El método de Descuento de Flujos de Caja	92
6.2. Cálculo del valor de la empresa PW por DFCL	94

6.3. La valoración de empresas mediante Opciones reales	99
6.4. Valoración de una empresa con una alta volatilidad en sus FCL. Caso de una mina de cobre	100
6.5. Valoración de la empresa Almacenes Sotillo S.A. con Opción de abandono	107
6.6. Valor de la empresa Almacenes Sotillo S.A. teniendo en cuenta la Opción de ampliar	114
6.7. Valoración de la empresa Almacenes Sotillo S.A. con las Opciones de abandono y de ampliar o expandir	117
6.8. Conclusiones	120
Capítulo 7. Análisis de casos. Valoración inmobiliaria	121
7.1. Valoración de un suelo urbano	122
7.2. Valoración de un proyecto inmobiliario	128
7.3. Valoración de la opción de diferir un proyecto inmobiliario	136
7.4. Valoración de un hotel	139
Capítulo 8. Análisis de casos. Valoración inversión en el sector de materias primas	143
8.1. Opción de diferir la inversión en una mina de plata	144
8.2. Valoración de una explotación petrolífera	150
8.3. Valoración de un cultivo agrícola	154
Capítulo 9. Análisis de casos. Valoración marcas y patentes	163
9.1. Valoración de una marca. Caso 1	164
9.2. Valoración de una marca. Caso 2	171
9.3. Valoración de una patente	176

Capítulo 10. Otros casos	183
10.1. Valoración de la empresa Quimicam con Opción de ampliar o expandir	184
10.2. Valoración de la empresa Quimicam con Opción de ampliar o expandir y reducir	193
Bibliografía	195

Prólogo

Es un placer prologar este libro de Jerónimo Aznar Bellver, Teodosio Cayo Araya, Arturo López Perales y José Luis Vivancos Bono.

El método de valoración por Opciones reales le parecerá a un tasador inmobiliario, acostumbrado al uso de la orden ECO 805/2003, algo completamente alejado de sus métodos habituales de valoración (coste, comparación, actualización de rentas y residuales). Frente a los criterios de prudencia y escenarios más probables que propugna la ECO este libro habla de volatilidad y estudio de diferentes Opciones, frente a la búsqueda de valores seguros de la ECO el libro plantea la exploración de alternativas pero esto es, precisamente, lo que hace más interesante y oportuna la publicación de este libro.

El contenido de este libro tiene aplicación en la valoración de empresas y en el mundo inmobiliario. La valoración por Opciones reales se adapta bien a los entornos inciertos del mundo empresarial pero su aplicación a las decisiones de compra de solares y terrenos urbanizables (los inmuebles con valor menos seguro) es también muy adecuada para una promotora inmobiliaria.

Los autores han tenido cuidado en hacer accesible el libro a cualquier lector. Dedicamos los primeros capítulos a explicar los conceptos elementales de las matemáticas financieras, el concepto de árbol de decisión, la simulación de Montecarlo, las opciones financieras y los cálculos a realizar para estimar la volatilidad en diferentes formas y, en todos los casos, facilitamos instrucciones para crear modelos de cálculo sencillos en hojas de cálculo tipo Excel. Los cálculos se ilustran con numerosos ejemplos prácticos que pueden ser reproducidos con facilidad y medios sencillos por los lectores.

Doy la bienvenida a este libro y agradezco a sus autores el esfuerzo realizado para escribirlo: será muy útil para la profesión de tasador por su carácter práctico alejado de todo narcisismo.

Germán Pérez Barrio

Presidente de AEV Asociación Española de Análisis de Valor y
Presidente de UVE Valoraciones S. A.

Prólogo

Leer sobre nuevas herramientas metodológicas, romper paradigmas, pero sobre todo interiorizar y aplicar distintos conceptos a las tradicionales formas de valuación es el verdadero reto que tenemos quienes somos destinatarios afortunados de este tipo de textos. Entender la actividad valuatoria como cambiante, adaptable y evolutiva, es la mejor manera para desaprender o incorporar nuevos conocimientos a lo que venimos haciendo de la misma manera durante muchos años.

Valorar activos como inmuebles, empresas, patentes, marcas y proyectos, entre otros, ha tenido gran evolución en las últimas décadas, es así como la valoración bajo la premisa que los activos valen según su renta, ha tomado una gran relevancia entre los tasadores. Es por ello que debemos calificar como un gran aporte para la comunidad valuadora en Hispanoamérica el trabajo realizado por Jerónimo Aznar Bellver, Teodosio Cayo Araya, Arturo A. López Perales y José Luis Vivancos Bono "*Valoración por Opciones reales. Teoría y casos*".

Uno de los grandes desafíos de los tasadores cuando adelantan cualquier trabajo, está en ser lo más objetivos posible en sus dictámenes; esto es lo que le da mayor importancia al planteamiento que se hace en este trabajo, donde a la clásica metodología de valoración de activos por descuento de flujos de caja se le fortalece, involucrando en el análisis los modelos de los escenarios y de los árboles de decisión.

En un modelo clásico de valoración de un activo por descuento de flujos de caja, los ingresos y egresos futuros para traer a valor presente, no involucran escenarios según los diferentes entornos que pueden presentarse y mucho menos tienen en cuenta la gestión positiva del activo, es allí donde la valoración por Opciones reales se convierte en una herramienta importante al proponer traer a valor presente los diferentes flujos de caja definidos de manera rigurosa y técnica, como resultado de incorporar la incertidumbre a partir de la volatilidad implícita en cada escenario planteado.

Al hacer un análisis particular de la valoración de terrenos por la técnica residual estática, que es ampliamente utilizada por los tasadores, la discusión de la pertinencia de utilizar esta o la técnica residual dinámica, se hace difícil cuando en la última, de entrada, tengo que definir un número mayor de variables; por lo tanto, involucrar al método la valoración por Opciones reales en el método residual dinámico da una mayor rigurosidad, lo cual en mi opinión, es también un avance notable para la discusión de aplicar la técnica residual estática o la dinámica.

Porque creo en la profesionalización de la actividad, no solo desde su reglamentación, sino también desde la investigación, desde el mejor entendimiento del mercado, quiero reconocer y agradecer a los autores por este aporte a la apasionante y exigente actividad de los tasadores en Hispanoamérica.

Federico Estrada García

Gerente

Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia

Análisis de inversiones y valoración de activos

La valoración de inversiones y de activos y bienes en general es uno de los campos de trabajo de mayor interés e importancia para gran número de titulados fundamentalmente ingenieros, arquitectos y economistas o contadores. Es además un campo que exige una gran profesionalidad y conocimientos profundos tanto sobre los bienes a valorar como de los distintos métodos posibles a aplicar.

Dentro de este conjunto de métodos, para aquellos bienes que producen flujos de caja hay algunos muy consolidados y utilizados, como son fundamentalmente el Descuento de Flujos de Caja (DFC), también conocido con Actualización de Rentas y cálculo del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), el método de los escenarios y el de las decisiones en árbol.

En este capítulo, tras un pequeño recordatorio de matemáticas financieras, vamos a ver con cierto detalle los métodos indicados en el párrafo anterior como métodos de análisis de inversiones y como métodos de valoración de Activos y aunque evidenciaremos su limitación para el tratamiento de determinados casos, veremos que su operativa forma parte de la metodología de las Opciones reales, objetivo esencial de este libro y que presentaremos en los siguientes capítulos.

1.1. Conceptos de matemáticas financieras

Se denomina Capital Financiero a un capital situado en el tiempo. Por ejemplo, 1000 dólares el 25 de noviembre de 2019, 2500 dólares el 2 de enero del año 2010.

Cuando nos encontramos con un grupo de capitales financieros operar con ellos o sea sumarlos, restarlos etc. no es posible realizarlo como suele hacerse de forma habitual. Con los capitales del párrafo anterior si nos encontramos en marzo de 2017 no podemos decir que tenemos 3500 dólares (1000+2500) porque ambos capitales están situados en tiempos distintos y es de suponer que el primero se habrá convertido en algo más de 1000 dólares, si como es previsible se ha invertido en algún tipo de activo financiero, y el segundo es un capital a futuro que si queremos disfrutarlo en el momento actual tendremos que aceptar algún tipo de descuento.

Para poder operar con capitales financieros necesitamos situarlos en el mismo momento. O sea necesitamos mover cada uno de los capitales a una fecha determinada y situados todos en esa fecha ya podemos operar con ellos.

Para realizar estos movimientos de capitales financieros contamos con lo que se denomina leyes financieras y fundamentalmente dos, las denominadas de Capitalización y de Actualización. Ambas leyes pueden ser simples, y compuestas, en nuestro caso nos centramos en las compuestas que son las que utilizaremos en valoración.

Su expresión matemática es como aparece en *Ecuación 1.1* y *1.2*.

Capitalización compuesta

$$V = C * (1 + r)^n \quad \text{Ecuación 1.1}$$

Actualización compuesta

$$V = \frac{C}{(1 + r)^n} \quad \text{Ecuación 1.2}$$

en ambos casos

V= Capital final

C= Capital inicial

r = Tasa de actualización

n = Períodos

Aunque insistiremos repetidas veces, es importante tener en cuenta que la tasa r y el período n deben estar siempre especificados en el mismo período de tiempo es decir

ambos en años, meses, o días de forma que si los períodos son años la tasa tendrá que ser anual y lo mismo en el caso de que sea en meses o semestres o días etc.

Con la capitalización trasladamos capitales de un momento determinado hacia un tiempo posterior.

Por ejemplo, ¿a una tasa del 6% anual en qué se habrá convertido un capital de 1000 euros dentro de 5 años?. *Ecuación 1.3*

$$V = C * (1 + r)^n = 1000 * (1 + 6\%)^5 = 1.338,22 \quad \text{Ecuación 1.3}$$

Con la actualización trasladamos capitales de un momento determinado hacia un tiempo anterior.

Por ejemplo, a una tasa del 6% anual ¿cuál es el valor actual de un capital de 1000 euros situado dentro de 5 años?. *Ecuación 1.4*

$$V = \frac{C}{(1 + r)^n} = \frac{1000}{(1 + 6\%)^5} = 747,25 \quad \text{Ecuación 1.4}$$

En ambos casos decimos que estamos calculando el equivalente financiero para un momento dado de un capital financiero que está situado en otro momento anterior (Capitalización) o posterior (Actualización).

La importancia del tiempo en los capitales es evidente si tenemos en cuenta conceptos tan importantes en economía financiera como el riesgo, la inflación y la posibilidad de inversión.

Cualquier capital financiero está sometido al riesgo, por eso normalmente preferimos un capital ahora que dentro de un tiempo (como dice un refrán muy conocido "*mas vale pájaro en mano que ciento volando*") y por la misma razón, estamos dispuestos a percibir un capital menor ahora (descuento) a tener que esperar un tiempo para tenerlo en su totalidad.

Además los capitales están sometidos a la inflación, por lo que con un capital actual determinado, en un futuro, podremos adquirir menos cantidad de un mismo bien, ya que el precio de este se habrá incrementado, por lo que para posponer el disfrute del mismo, exigiremos un incremento (capitalización), que por lo menos nos permita adquirir en el futuro la misma cantidad de bien que en la actualidad.

Por último los capitales pueden ser invertidos en distintos activos financieros con lo que su valor, puede variar con el tiempo, por lo tanto el disponer de un capital en un momento determinado, puede ser preferible para un agente económico que tenerlo en otro posterior.

Cuando veamos el método del Descuento de Flujos de Caja (DFC) veremos que los conceptos de Capitalización y sobre todo el de Actualización son la base del método.

Conocido el concepto de capitales financieros pasamos a ver el de Renta. Llamamos Renta a un conjunto de capitales financieros. Son ejemplos de renta, el salario mensual que percibe un trabajador, el alquiler mensual que cobra un arrendador por el alquiler de una vivienda, el interés anual producido por un cantidad de dinero depositada en una cuenta bancaria, los flujos de caja que genera en el tiempo una empresa, etc.

Las rentas pueden ser:

- Constantes - Variables
- Temporales - Perpetuas
- Prepagables - Postpagables

Llamaremos valoración de una renta a la determinación de un capital financiero que sea equivalente en un momento al conjunto de capitales financieros que forman la renta según una o varias leyes financieras.

Pueden darse varios casos:

Cálculo del valor de una renta a futuro (Imagen 1.1) En este caso capitalizaríamos a una tasa determinada todos los capitales financieros hasta el período futuro. La fórmula de cálculo sería (1.5) y desarrollada (1.6).

$$V = \sum_{i=1}^n C_i * (1 + r)^i \quad \text{Ecuación 1.5}$$

$$V = C_1 * (1 + r)^n + C_2 * (1 + r)^{n-1} + \dots + C_n * (1 + r) \quad \text{Ecuación 1.6}$$

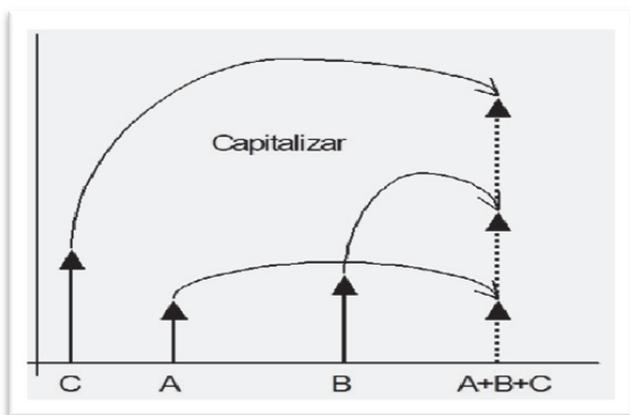


Imagen 1.1. Capitalización de una renta a futuro

Cálculo del valor actual de una renta (Imagen 1.2). Es el caso que más nos interesa pues será el que se nos presentará cuando veamos el método del DFC.

La fórmula general de cálculo es (*Ecuación 1.7* y desarrollada *Ecuación 1.8*)

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i} \quad \text{Ecuación 1.7}$$

$$V = \frac{C_1}{(1+r)} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n} \quad \text{Ecuación 1.8}$$

Esta fórmula general, cuando la renta es constante y perpetua se transforma en la *Ecuación 1.9*.

$$V = \frac{C}{r} \quad \text{Ecuación 1.9}$$

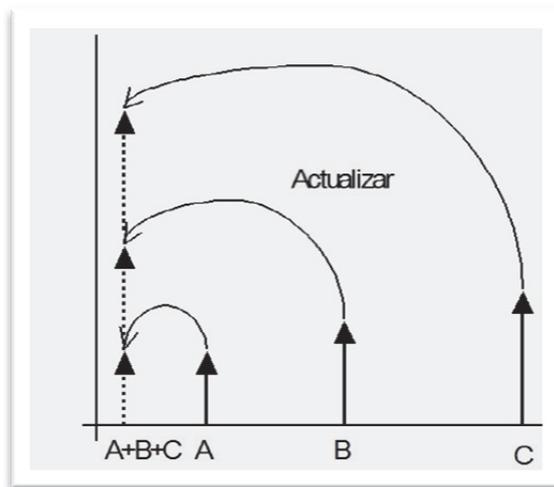


Imagen 1.2. Cálculo del valor actual de una renta

El concepto de prepagable y postpagable se tendrá en cuenta cuando veamos su cálculo con la hoja de cálculo Excel.

Para seguir leyendo, inicie el proceso de compra, [click aquí](#)