



# Valoración

El arte y la ciencia de las decisiones de inversión corporativa

Sheridan Titman  
John D. Martin

PEARSON  
Prentice  
Hall



# VALORACIÓN

*El arte y la ciencia de las decisiones  
de inversión corporativa*



# VALORACIÓN

*El arte y la ciencia de las decisiones  
de inversión corporativa*

SHERIDAN TITMAN  
*Universidad de Texas*

JOHN D. MARTIN  
*Universidad Baylor*

**Traducción**

Javier Calvo Martín

**Revisión técnica**

María Luisa Medrano  
Universidad Rey Juan Carlos



Madrid • México • Santafé de Bogotá • Buenos Aires • Caracas • Lima  
Montevideo • San Juan • San José • Santiago • São Paulo • White Plains

**Sheridan Titman y John D. Martín**

*Valoración. El arte y la ciencia de las decisiones de inversión corporativa*  
PEARSON EDUCACIÓN, S. A. 2009

ISBN: 978-84-832-2724-4  
Materia: 33

Formato: 195 × 250

Páginas: 552

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sgts. Código penal).

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos-[www.cedro.org](http://www.cedro.org)), si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

DERECHOS RESERVADOS

© 2009, PEARSON EDUCACIÓN, S. A.

Ribera del Loira, 28

28042 Madrid (España)

*Authorized translation from the English language edition, entitled Valuation, The Art and Science of Corporate Investment Decisions.*

*All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.*

*SPANISH language edition published by Pearson Educación S. A., Copyright © 2009*

**ISBN: 978-84-8322-594-3**

Depósito Legal:

**Equipo editorial:**

**Editor:** Alberto Cañizal

**Técnico editorial:** María Varela

**Equipo de producción:**

**Director:** José Antonio Clares

**Técnico:** José Antonio Hernán

**Diseño de cubierta:** Equipo de Diseño de Pearson Educación S. A.

**Composición:** Artedís, S.L.L.

**Impreso por:**

IMPRESO EN ESPAÑA - *PRINTED IN SPAIN*

Este libro ha sido impreso con papel y tintas ecológicos

**Nota sobre enlaces a páginas web ajenas:** Este libro puede incluir enlaces a sitios web gestionados por terceros y ajenos a PEARSON EDUCACIÓN S. A. que se incluyen sólo con finalidad informativa.

PEARSON EDUCACIÓN S. A. no asume ningún tipo de responsabilidad por los daños y perjuicios derivados del uso de los datos personales que pueda hacer un tercero encargado del mantenimiento de las páginas web ajenas a PEARSON EDUCACIÓN S. A. y del funcionamiento, accesibilidad o mantenimiento de los sitios web no gestionados por PEARSON EDUCACIÓN S. A. Las referencias se proporcionan en el estado en que se encuentran en el momento de publicación sin garantías, expresas o implícitas, sobre la información que se proporcione en ellas.

*A mis padres, mi mujer (Meg) y mis hijos (Trevor, Elliot y Gordon)*  
S. T.

*A la familia Martin: mujeres (Sally y Mel), hombres (hijos David y Jess)  
y niños (nietos Luke y Burke)*  
J. D. M.





# Sobre los autores

**SHERIDAN TITMAN** ostenta la cátedra MacAllister Centennial de Finanzas en la Universidad de Texas. Es licenciado por la Universidad de Colorado y tiene un máster y un doctorado por la Universidad Carnegie Mellon. Antes de incorporarse a la Universidad de Texas, el profesor Titman ejerció en UCLA, la Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong y el Boston College, y estuvo en Washington D. C. durante el año académico 1988-89 como adjunto especial al secretario adjunto del tesoro para Política Económica. Además, ha sido consultor en varias instituciones financieras y corporaciones. Ha trabajado en el consejo editorial de las principales revistas académicas de finanzas y bienes inmuebles, fue editor de la *Review of Financial Studies* y editor fundador de la *International Review of Finance*. Trabajó como director de la American Finance Association, la Asia Pacific Finance Association, la Western Finance Association y la Financial Management Association, y como presidente de la Western Finance Association. El profesor Titman ha publicado más de 50 artículos en revistas tanto académicas como profesionales y un libro titulado *Financial Markets and Corporate Strategy*. Ha recibido múltiples premios de excelencia en la investigación y es miembro de la Financial Management Association y adjunto de investigación del National Bureau of Economic Research.

Sheridan y Meg viven con sus tres hijos y su perro (Mango) en Austin, Texas.

**JOHN MARTIN** ostenta la cátedra Carr. P. Collins de Finanzas en la Hankamer School of Business en la Universidad Baylor, donde imparte clases en el EMBA Baylor. Durante su carrera ha publicado más de 50 artículos en las principales revistas financieras y ha desempeñado varios trabajos editoriales, incluida la coedición de la *Survey and Synthesis Series* de la FMA. Además, es coautor de los siguientes libros: *Financial Management*, *Foundations of Finance*, *Financial Analysis*, *The Theory of Finance* y *Value Based Management*.

John y Sally tienen dos hijos maravillosos, la mejor nuera del mundo (su hijo menor no está casado) y dos nietos preciosos que a menudo los visitan en su rancho en las afueras de Crawford, Texas, donde crían ganado Brangus.



# Índice general

*Prefacio xix*  
*Agradecimientos xxv*

CAPÍTULO 1 Visión general de la valoración 1

## **PARTE I** Análisis de proyectos mediante el descuento de flujos de caja (DCF) 21

---

CAPÍTULO 2 Proyectar y valorar flujos de caja 23

CAPÍTULO 3 Análisis del riesgo del proyecto 65

## **PARTE II** Coste de Capital 111

---

CAPÍTULO 4 Estimar el coste del capital de una empresa 113

CAPÍTULO 5 Estimar las tasas de rentabilidad exigidas a los proyectos 165

## **PARTE III** Valoración de empresas 201

---

CAPÍTULO 6 Valoración relativa mediante comparables de mercado 203

CAPÍTULO 7 Valoración de empresas 261

CAPÍTULO 8 Valoración en un contexto de capital privado 305

CAPÍTULO 9 Dilución de resultados, retribución con incentivos y selección de proyectos 349

## **PARTE IV** Futuros, opciones y valoración de inversiones reales 387

---

CAPÍTULO 10 El uso de futuros y opciones contractuales para la valoración de inversiones reales 391

CAPÍTULO 11 Flexibilidad gerencial y valoración de proyectos: opciones reales 435

CAPÍTULO 12 Opciones estratégicas: cómo evaluar oportunidades  
estratégicas 487

*Epílogo 517*

*Créditos 521*

# Índice de contenidos

*Prefacio xix*  
*Agradecimientos xxv*

CAPÍTULO 1	Visión general de la valoración 1
1.1	Introducción 1
1.2	La naturaleza de las grandes decisiones de inversión 3 <i>Valoración de proyectos: invertir en los yacimientos petrolíferos del mar Caspio 3</i> ■ <i>Cuestiones que plantearse al valorar una inversión 5</i> ■ <i>Valoración de empresas: fusiones y adquisiciones 8</i>
1.3	Afrontar la complejidad: proceso y disciplina 9 <i>El proceso de evaluación de inversiones 9</i>
1.4	Caso de estudio: CP3 Pharmaceuticals Laboratories, Inc. 12 <i>Ejemplo: Invertir en un nuevo sistema de manipulación de materiales 13</i> ■ <i>Afrontar posibles sesgos en la decisión 15</i>
1.5	Resumir y mirar hacia adelante 16 <i>La decisión de invertir: comentarios finales 16</i> ■ <i>Una mirada adelante: estructura del resto del libro 17</i>
1.6	Resumen 18
	Palabras clave 19

## **PARTE I** **Análisis de proyectos mediante el descuento de flujos de caja (DCF) 21**

---

CAPÍTULO 2	Proyectar y valorar flujos de caja 23
2.1	Descuento de flujos de caja y valoración 23 <i>Ejemplo: El túnel de lavado 24</i> ■ <i>El proceso de DCF en tres etapas 24</i>
2.2	Definición de flujos de caja de inversión 25 <i>Flujos de caja relevantes 25</i> ■ <i>Flujos de caja conservadores y optimistas 26</i> ■ <i>Flujo de caja disponible de recursos propios frente a flujo de caja disponible del proyecto 29</i> ■ <i>Flujo de caja disponible del proyecto (PFCF) 41</i>
2.3	Ejemplo ilustrativo: Proyección de flujos de caja disponibles de un proyecto 43 <i>Evaluación estratégica de la oportunidad de Lecion 45</i> ■ <i>Estimar el flujo de caja disponible del proyecto (PFCF) 46</i> ■ <i>Proyectar los ingresos incrementales 46</i> ■ <i>Estimar el coste de bienes vendidos y los gastos operativos 47</i>

2.4 Valorar los flujos de caja de la inversión 51  
*Ejemplo: Valoración de los flujos de caja del proyecto de Lecion 51 ■ Cómo evaluar la inversión con el VAN y la TIR 52 ■ Proyectos mutuamente excluyentes 53*

2.5 Resumen 58

Problemas 58

Palabras clave 64

### CAPÍTULO 3 Análisis del riesgo del proyecto 65

3.1 Introducción 65

3.2 La incertidumbre y el análisis de la inversión 66

*El proceso de inversión con flujos de caja en riesgo 66 ■ Ejemplo: La propuesta del Earthlizer 67*

3.3 Análisis de sensibilidad: profundizar en el proyecto 70

*Análisis de escenarios 71 ■ Análisis de sensibilidad del punto muerto 71  
 ■ Análisis mediante simulación 74 ■ Interpretación de los resultados de la simulación 80 ■ Reflexiones sobre el uso de la simulación 86*

3.4 Árboles de decisión para valorar la flexibilidad del proyecto 88

*Ejemplo: Análisis de la opción de abandonar mediante árboles de decisión 89*

3.5 Resumen 93

Problemas 94

Palabras clave 104

Apéndice: Introducción al análisis de simulación con Crystal Ball 105

## PARTE II Coste de Capital 111

### CAPÍTULO 4 Estimar el coste del capital de una empresa 113

4.1 Introducción 113

4.2 Valor, flujos de caja y tasas de descuento 114

*Definir el WACC de una empresa 114 ■ Flujos de caja descontados, valor de la empresa y WACC 116 ■ Ejemplo: Valorar una adquisición mediante el análisis de flujos de caja descontados 117*

4.3 Cómo estimar el WACC 119

*Evaluar los pesos de la estructura de capital de la empresa: paso 1 120  
 ■ El coste de la deuda: paso 2 121 ■ El coste de las acciones preferentes: paso 2 (continuación) 125 ■ El coste de las acciones ordinarias: paso 2 (continuación) 126 ■ Calcular el WACC (combinar todo): paso 3 145 ■ Tomar partido: estimar el coste de capital de la empresa 147*

	4.4 Resumen	148
	Problemas	150
	Palabras clave	155
	Apéndice: Extensiones y refinamientos de la estimación del WACC	157
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>Estimar las tasas de rentabilidad exigidas a los proyectos</b>	<b>165</b>
	5.1 Introducción	166
	5.2 Ventajas e inconvenientes de múltiples costes del capital ajustados al riesgo	166
	<i>La lógica de utilizar tasas de descuento múltiples</i>	<i>167</i>
	■ <i>Las ventajas de usar una tasa de descuento única</i>	<i>169</i>
	■ <i>Sopesar los costes y beneficios de tasas de descuento múltiples y únicas</i>	<i>172</i>
	5.3 Elegir la tasa de descuento para un proyecto	172
	<i>Método 1: WACC divisional (costes de capital por divisiones industriales)</i>	<i>172</i>
	■ <i>Método 2: WACC específico del proyecto</i>	<i>178</i>
	5.4 Tasas críticas de rentabilidad y coste del capital	192
	<i>Proyectos mutuamente excluyentes</i>	<i>192</i>
	■ <i>Las tasas críticas de rentabilidad elevadas pueden incentivar mejor a los defensores del proyecto</i>	<i>192</i>
	■ <i>Cómo tomar en consideración las proyecciones optimistas y los sesgos de selección</i>	<i>193</i>
	5.5 Resumen	194
	Problemas	195
	Palabras clave	199

## **PARTE III** Valoración de empresas **201**

<b>CAPÍTULO 6</b>	<b>Valoración relativa mediante comparables de mercado</b>	<b>203</b>
	6.1 Introducción	203
	6.2 Valoración mediante comparables	204
	<i>Valoración de inmuebles residenciales mediante comparables</i>	<i>205</i>
	■ <i>Valoración de inmuebles comerciales</i>	<i>207</i>
	6.3 Valoración de empresas utilizando múltiplos del EBITDA	216
	<i>Valor de la empresa vs. valor del activo total</i>	<i>216</i>
	■ <i>El múltiplo del EBITDA de Airgas</i>	<i>217</i>
	■ <i>EBITDA y FFCF</i>	<i>219</i>
	■ <i>Por qué usar múltiplos del EBITDA en lugar de múltiplos del flujo de caja</i>	<i>219</i>
	■ <i>Los efectos del riesgo y el potencial de crecimiento en los múltiplos del EBITDA</i>	<i>221</i>
	■ <i>Normalizar el EBITDA</i>	<i>221</i>
	■ <i>Ajustar la ratio de valoración por los descuentos de liquidez y las primas de control</i>	<i>222</i>
	6.4 Valoración de la acción mediante el múltiplo del precio/beneficio (P/B)	223
	<i>Ejemplo: Valoración de la división química de ExxonMobil empleando el método P/B</i>	<i>223</i>
	■ <i>Múltiplos de P/B para empresas de crecimiento estable</i>	<i>225</i>
	■ <i>Múltiplo de P/B para una empresa de crecimiento rápido</i>	<i>227</i>

- 6.5 Calcular el precio de una oferta pública inicial 232
- 6.6 Otras consideraciones prácticas 233
  - Seleccionar empresas comparables* 234 ■ *Escoger la ratio de valoración* 234
  - *Ratios de valoración vs. análisis DCF* 239
- 6.7 Resumen 239
- Problemas 240
- Palabras clave 259

## CAPÍTULO 7 Valoración de empresas 261

- 7.1 Introducción 261
- 7.2 Enfoque en dos pasos para estimar el valor de una empresa 262
  - Ejemplo: Immersion Chemical compra Genetic Research Corporation* 263
  - *Análisis de sensibilidad* 276 ■ *Análisis de escenarios* 277
- 7.3 Estimar el valor de una empresa mediante el modelo APV 278
  - Introducción al enfoque APV* 280 ■ *Valoración de GRC con la estrategia de crecimiento mediante el enfoque APV* 280 ■ *Calcular el valor terminal con un múltiplo del EBITDA* 286 ■ *Comparación de las estimaciones WACC y APV del valor de GRC* 287 ■ *Un breve resumen de los enfoques de valoración WACC y APV* 289 ■ *Estimar el valor de la financiación bonificada* 291
- 7.4 Resumen 291
- Problemas 292
- Palabras clave 303

## CAPÍTULO 8 Valoración en un contexto de capital privado 305

- 8.1 Introducción 305
- 8.2 Visión general del mercado de capital privado 308
  - El mercado de capital privado: intermediarios financieros* 308 ■ *Inversores: los proveedores de capital privado* 308 ■ *Inversiones: la demanda de capital privado* 311
- 8.3 Valoración de inversiones en empresas y estructuración de transacciones 311
  - El coste del capital en la financiación del capital riesgo* 312 ■ *Valorar una inversión de capital riesgo y estructurar la operación* 317 ■ *Resumen del método de capital riesgo* 319 ■ *Valoración de los recursos propios de la empresa antes y después de la inversión* 320 ■ *Afinamiento de la estructura de la operación* 321
- 8.4 Valoración de inversiones LBO 323
  - Estrategias alternativas de adquisición LBO: bust-up y build-up* 326
  - *Ejemplo: LBO build-up* 327



- *Una limitación del enfoque de valoración del capital privado (LBO)* 334
- *Valorar PMG Foods, Inc. mediante el enfoque APV híbrido* 335

8.5 Resumen 338

Problemas 339

Palabras clave 348

## CAPÍTULO 9 Dilución de resultados, retribución con incentivos y selección de proyectos 349

9.1 Introducción 349

9.2 ¿Importan los resultados? 351

*Por qué los directivos se preocupan por los resultados* 351

9.3 Análisis de proyectos: beneficio por acción y selección de proyectos 352

*Ejemplo 1: Un mal proyecto con buenas perspectivas de ingresos: el problema del coste de los recursos propios* 353 ■ *Ejemplo 2: Un buen proyecto con perspectivas de ingresos back-loaded* 363

9.4 El beneficio económico y la desconexión entre el beneficio por acción y el VAN 364

*Beneficio económico (alias EVA®)* 364 ■ *Evaluar el problema del coste de los recursos propios con el beneficio económico* 365 ■ *Evaluar los problemas de ingresos back-loaded y front-loaded con el beneficio económico* 371

9.5 Soluciones prácticas: uso efectivo del beneficio económico 375

*Modificar el cálculo del beneficio económico* 376 ■ *Modificar la retribución con bonus basados en el beneficio económico* 377

9.6 Resumen 380

Problemas 383

Palabras clave 386

## PARTE IV Futuros, opciones y valoración de inversiones reales 387

### CAPÍTULO 10 El uso de futuros y opciones contractuales para la valoración de inversiones reales 391

10.1 Introducción 392

10.2 El método de equivalencia de certidumbre 395

*El precio del forward como flujos de caja equivalentemente ciertos* 395

10.3 Usar el precio del *forward* para valorar proyectos de inversión 397

*Ejemplo* 398 ■ *Cómo convencer al jefe escéptico* 400

10.4 Usar el precio de la opción para valorar oportunidades de inversión 404

*El valor de la opción y la financiación sin garantía personal* 405 ■ *Cómo convencer al jefe escéptico* 406

10.5	Advertencias y limitaciones: errores de réplica	408
	<i>¿Cómo de líquidos son los mercados de futuros, forwards y opciones?</i>	408
	■ <i>Cantidades inciertas y costes operativos</i>	409
	■ <i>Riesgo de base</i>	409
	■ <i>Evaluar la inversión mediante un modelo de valoración de opciones</i>	411
	■ <i>¿Cómo afecta la volatilidad al valor de la opción?</i>	415
	■ <i>Calibrar los modelos de valoración de opciones</i>	416
10.6	Resumen	416
	Problemas	417
	Palabras clave	421
	Apéndice A: Breve repaso de conceptos básicos sobre opciones	423
	Apéndice B: Árboles y retículas de probabilidad multiperiodo	429
	Apéndice C: Calibrar el modelo binomial de valoración de opciones	431

## CAPÍTULO 11 Flexibilidad gerencial y valoración de proyectos: opciones reales 435

11.1	Introducción	435
11.2	Tipos de opciones reales	436
	<i>Opciones reales que conviene considerar antes de iniciar la inversión</i>	437
	■ <i>Opciones reales que conviene considerar después de iniciar la inversión</i>	437
11.3	Valorar inversiones que contienen opciones reales incorporadas	438
	<i>La opción de invertir: inversiones por etapas</i>	438
	■ <i>La opción de abandonar</i>	447
11.4	Analizar las opciones reales como opciones americanas	450
	<i>Evaluar la opción de perforar de National Petroleum</i>	450
	■ <i>Fórmula de valoración de opciones reales</i>	459
11.5	Valorar opciones <i>switching</i> mediante simulación	463
	<i>La opción de intercambiar suministros</i>	465
11.6	Errores comunes en la valoración de opciones reales	472
	<i>Intentar encajar el problema en el modelo de Black-Scholes</i>	472
	■ <i>Utilizar una volatilidad errónea</i>	473
	■ <i>Asumir que el precio de ejercicio de la opción real es fijo</i>	473
	■ <i>Sobreestimar la flexibilidad</i>	473
	■ <i>Considerar dos veces el mismo riesgo</i>	474
	■ <i>Desconocer cómo afectan las alternativas de inversión a la volatilidad del precio</i>	474
	■ <i>Abusar del análisis de opciones reales para justificar “inversiones estratégicas”</i>	475
11.7	Resumen	475
	Problemas	477
	Palabras clave	482
	Apéndice: Construir retículos binomiales	483

**CAPÍTULO 12** Opciones estratégicas: cómo evaluar oportunidades estratégicas 487

12.1 Introducción 487

12.2 ¿De dónde salen las inversiones con VAN positivo? 488

12.3 Valorar una estrategia con inversiones por etapas 490

*Descripción de la nueva tecnología de combustión de Vespar 491 ■ Análisis aislado del proyecto de la primera central térmica 491 ■ Análisis de proyectos como parte de una estrategia 491 ■ Anatomía de la estrategia de las centrales eléctricas de Vespar 502 ■ Análisis de sensibilidad de la estrategia de las centrales eléctricas de Vespar 502*

12.4 Valor estratégico ante un futuro incierto 506

*¿Qué inversiones generan opciones estratégicas? 507 ■ ¿Cómo afecta la estructura de la empresa a la valoración de opciones estratégicas? 508*

*■ Incentivos a los directivos, psicología y ejercicio de opciones estratégicas 509*

12.5 Resumen 512

Problemas 513

Palabras clave 515

*Epílogo 517**Créditos 521*



## VALORACIÓN DE PROYECTOS Y EMPRESAS

La mayor parte de los libros de valoración se centran en la evaluación de empresas. Pero con mucho la principal aplicación de los métodos de valoración hoy se dirige a los proyectos individuales de inversión. Con este hecho en mente, hemos elaborado un libro diseñado para los lectores interesados tanto en la valoración de proyectos como en la de empresas. Este enfoque más amplio se ajusta mejor a la realidad económica de las empresas actuales, que adquieren capacidad productiva de dos formas: creciendo internamente, lo que requiere la evaluación del valor de los proyectos, o comprando unidades de negocio, lo que precisa de la estimación del valor de los negocios o las empresas.

Pensamos que nuestra audiencia potencial en esencia se compone de dos grupos:

- **Profesionales de los negocios** que a causa de las necesidades de su trabajo quieren un libro actualizado sobre la implementación práctica de métodos de valoración avanzados.
- **Estudiantes** de MBA y de asignaturas de últimos cursos de grado dirigidas hacia la valoración y el análisis de oportunidades de inversión. Estas asignaturas pueden ser tanto teóricas como basadas en casos prácticos. Nuestro libro es apropiado como fuente primaria de información para las primeras y como suplemento para las segundas.

## LA VALORACIÓN EN EL EXIGENTE ENTORNO EMPRESARIAL DE HOY

En la última década se ha dado un número sin precedentes de quiebras en algunas de las mayores compañías globales del mundo. Aunque las actividades contables fraudulentas de Parmalat, Enron y WorldCom han sido protagonistas en los juzgados y la prensa, hay otra historia que se esconde detrás de los titulares: ¿qué indujo a estas empresas a ocultar tanta tinta roja? En muchos casos, el verdadero culpable fue un enfoque indisciplinado de evaluación de oportunidades de inversión.

Las exigencias más restrictivas de transparencia y gobierno corporativo derivadas de la implantación de la ley Sarbanes-Oxley<sup>1</sup> ayudan a asegurar que se publica la información financiera exacta de las empresas cotizadas. Esta regulación trata los síntomas más que las causas del problema, mientras que los métodos avanzados de valoración de empresas y proyectos pueden anticiparse y prevenir los problemas. Sin embargo, la ley Sarbanes-Oxley crea nuevas responsabilidades legales para asegurar no solo que las empresas cotizadas cumplen la normativa contable, sino también que sus estados financieros reflejan de forma fiel y precisa su posición financiera global.

<sup>1</sup>Ley Sarbanes-Oxley de 2002. Sección 406, “Code of Ethics for Senior Financial Officers”.

Cumplir esta responsabilidad requiere un análisis de valoración más riguroso de toda la cartera de inversiones de la empresa. En este libro proporcionamos un enfoque disciplinado que se puede utilizar tanto para reportar información como para tomar decisiones.

## UN ENFOQUE INTEGRAL DE VALORACIÓN

Nuestro objetivo en este libro es proporcionar un método actualizado e integral de valoración de oportunidades de inversión que considere seriamente la práctica del sector, así como los últimos avances en técnicas de valoración. Comprendemos que las inversiones no se pueden valorar en el vacío, y las buenas decisiones deben tener en cuenta cómo se relacionan las inversiones con la estrategia actual y futura en varios sentidos:

- ¿Cuáles son los riesgos relevantes del proyecto y cómo puede cubrirse la empresa ante ellos?
- ¿Cómo puede financiarse la inversión y de qué modo contribuye la financiación a su valor?
- ¿Cómo afecta la inversión a los estados financieros de la empresa?
- ¿Mejorará la inversión el beneficio por acción desde el inicio o producirá una reducción a corto plazo de los resultados?
- ¿El proyecto se puede implementar de forma flexible?, ¿cómo contribuye la flexibilidad al valor?
- Si decidimos posponer el inicio de la inversión, ¿seguirá disponible la oportunidad en el futuro?
- ¿Las estrategias aprovechan las ventajas comparativas de la empresa y crean nuevas ventajas comparativas que generarán proyectos valiosos en el futuro?

Además de estas cuestiones, ofrecemos un amplio espectro de enfoques de valoración. Aunque los economistas financieros y los profesionales de los negocios reconocen que evaluar oportunidades de inversión requiere mucho más que descontar flujos de caja, suelen prestar poca atención a otros elementos del proceso de valoración. Nuestro enfoque es multifacético en el sentido de que detallamos conceptos importantes que suelen menospreciarse en el proceso de valoración.

## CARACTERÍSTICAS PEDAGÓGICAS

Este libro incorpora varias características pedagógicas que ayudarán tanto al analista financiero experimentado como a los estudiantes a desarrollar un marco de trabajo para evaluar de los más sencillos a los más complejos problemas de valoración.

### Asunciones realistas

Los principios de la valoración se aprenden mejor en el contexto de situaciones realistas en las que se toman decisiones. Por tanto, sustentamos nuestros ejemplos en escenarios prácticos para dar el contexto en el que se toma la decisión. Sin profundizar en argumentos teóricos, nos apoyamos en el trabajo reciente de los economis-

tas financieros, que proporciona las bases teóricas para la práctica de las finanzas en un mundo desordenado, donde las condiciones a menudo se desvían del mundo idealizado de las finanzas clásicas. También reconocemos las limitaciones de los modelos que utilizamos y damos recomendaciones sobre cómo aplicarlos en la práctica.

## Extensiones y consejos

Varios contenidos especiales enriquecen la presentación del texto:

- Los **Consejos de la industria** profundizan en cómo se utilizan en la práctica las herramientas presentadas en el libro.
- Los **Consejos técnicos** explican en más detalle las herramientas matemáticas, metodológicas y analíticas.
- Los **Consejos de comportamiento** se centran en las decisiones irracionales y los sesgos que afectan a cómo se toman las decisiones de inversión en la práctica.
- Los **Consejos del profesional** aportan la perspectiva de un amplio espectro de profesionales que utilizan las distintas metodologías de valoración descritas en el texto.
- Los recuadros **¿Sabía usted?** contienen pequeños fragmentos de cultura general financiera.

## Problemas de final de capítulo y minicasos

Cada capítulo contiene un número abundante de problemas diseñados para que el lector repase el material expuesto en el capítulo y asimile los conceptos clave. Estos ejercicios son intencionadamente prácticos y su dificultad varía: desde problemas breves pensados para ilustrar un concepto en concreto, pasando por minicasos en capítulos seleccionados, hasta casos de longitud moderada con varios apartados, diseñados para profundizar en los detalles.

## Utilización de hojas de cálculo

La mayor parte de los problemas de final de capítulo requieren el uso de hojas de cálculo, al igual que los ejemplos utilizados a lo largo del libro. Proporcionamos a los profesores un conjunto completo de hojas de cálculo que replican los ejemplos de los capítulos, e incluimos plantillas para ayudar a resolver los problemas de final de capítulo. Estos ejemplos y plantillas pueden encontrarse (en inglés) en la dirección web que acompaña a este libro, [http://www.aw-bc.com/titman\\_martin](http://www.aw-bc.com/titman_martin).

## SUPLEMENTOS

Proporcionamos varios recursos didácticos complementarios (en inglés) para el instructor.

Las soluciones en Excel de los ejercicios de final de capítulo están disponibles para los profesores, además de los modelos de hoja de cálculo utilizados. Las *Power Point Lecture Outlines* en red resumen las ideas principales del libro completo, junto con diapositivas de las figuras y tablas del libro. Un sitio web dedicado, [http://www.aw-bc.com/titman\\_martin](http://www.aw-bc.com/titman_martin), contiene hojas de cálculo de los ejemplos de los capítulos y

plantillas para los problemas de final de capítulo, así como recomendaciones para los casos de estudio.

## ESTRUCTURA DEL LIBRO

El Capítulo 1 proporciona una vista aérea de la evaluación del proyecto y establece una guía para los demás capítulos. Utilizamos el Capítulo 1 para iniciar una reflexión sobre nuestra visión del arte y la ciencia de la valoración en general, enfatizando la necesidad de un proceso de decisión riguroso.

Los Capítulos 2 a 12 se dividen en cuatro partes. La Parte I (Análisis de proyectos mediante el descuento de flujos de caja) se compone de los Capítulos 2 y 3. En el Capítulo 2 exponemos la herramienta básica del análisis de descuento de flujos de caja (DCF), y presentamos otros modelos en el Capítulo 3. El análisis DCF ha sido la base del análisis financiero desde los cincuenta, y sigue siendo en lo que piensan los analistas financieros cuando se trata valoración de proyectos o de empresas. Sin embargo, el análisis DCF a menudo se simplifica en exceso en las aulas, de modo que cuando se encuentran en el mundo real los múltiples matices de las aplicaciones prácticas, su implementación correcta es confusa, incluso para profesionales experimentados. Abordamos el análisis DCF con un enfoque en tres pasos que conlleva una definición cuidadosa de la estimación de flujos de caja, de la asociación de los flujos de caja con la tasa de descuento apropiada, y del uso de los mecanismos correctos para estimar el valor actual.

La Parte II (El coste del capital), que comprende los Capítulos 4 y 5, explica cómo estimar el coste del capital, que es una pieza esencial del proceso de valoración. El coste del capital puede entenderse como el coste de oportunidad de financiar la inversión, y a la vez es la tasa de descuento apropiada para el análisis de valoración. Evaluamos el coste del capital de la empresa en su conjunto y de las propuestas individuales de inversión (o proyectos). La primera es la tasa de descuento que se utiliza para valorar una empresa, mientras que la segunda es la que se emplea para valorar una inversión individual.

En los Capítulos 6 a 9 de la Parte III (Valoración de empresas), abordamos la difícil tarea de estimar el valor de una empresa. Estos capítulos combinan la metodología DCF desarrollada en los capítulos anteriores con el análisis de varias ratios financieras. Consideramos el valor de un negocio en funcionamiento desde la perspectiva de un accionista y desde la de una empresa que esté pensando en comprarlo. Además, miramos el valor de la empresa a través de los ojos de un inversor de capital privado, incluyendo las empresas de capital riesgo y las LBO. En el Capítulo 9 estudiamos el problema de medir el desempeño y la influencia de una inversión sobre los resultados de la empresa.

La Parte IV (Futuros, opciones y valoración de inversiones reales) expone un tratamiento en tres partes (Capítulos 10 a 12) de las opciones reales. En estos capítulos mostramos cómo las opciones se utilizan tanto en el nivel de detalle (donde se estiman los flujos de caja del proyecto) como en el nivel estratégico (donde se evalúan nuevos negocios). En el Capítulo 10 indicamos que el rápido desarrollo de los mercados de productos financieros derivados basados en materias primas, divisas y tipos de interés ha abierto la posibilidad a las empresas de desembarazarse de exposiciones al riesgo significativas mediante transacciones de cobertura, y que esta oportunidad ha cambiado el



modo de pensar en la valoración. El Capítulo 11 abarca la idea central del análisis de opciones reales: la valoración de inversiones cuando la dirección tiene flexibilidad, y cómo se implementa la inversión. En el Capítulo 12 utilizamos los conceptos desarrollados en los Capítulos 10 y 11 para analizar el valor de las estrategias de negocio.

También incluimos un Epílogo que explica las diferencias que hemos observado entre la teoría de valoración y la práctica profesional, y hacemos algunas predicciones sobre la medida en la que estas diferencias se reducirán en el futuro.



# Agradecimientos

Nos gustaría dar las gracias a los siguientes revisores y compañeros, cuyas observaciones han sido de gran ayuda para la elaboración de este libro:

Andrés Almazán, *University of Texas*  
Aydogan Altı, *University of Texas*  
Christopher Anderson, *University of Kansas*  
Sugato Bhattacharyya, *University of Michigan*  
Elizabeth Booth, *Michigan State University*  
Luiz Brandao, *Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro*  
Soku Byoun, *Baylor University*  
Su Han Chan, *California State University, Fullerton*  
Ryan Davies, *Babson College*  
Carlos T. de Arrigunaga, *Golden Gate University*  
Ben Esty, *Harvard Business School*  
Scott Fine, *Case Western Reserve University*  
Sharon Garrison, *University of Arizona*  
Scott Gibson, *College of William & Mary*  
Todd Houge, *University of Iowa*  
Keith Howe, *DePaul University*  
Dawny Huh, *Baylor University*  
Zeigham Khokher, *University of Western Ontario*  
Robert Kieschnick, *University of Texas, Dallas*  
Lloyd Levitin, *University of Southern California*  
Per Olsson, *Duke University*  
Chris Parsons, *McGill University*  
Bill Petty, *Baylor University*  
Julia Plotts, *University of Southern California*  
Robert McDonald, *Northwestern University*  
Steve Rich, *Baylor University*  
Betty Simkins, *Oklahoma State University*  
Colette Southam, *University of Western Ontario*  
Mark Stohs, *California State University, Fullerton*  
Alex Triantis, *University of Maryland*  
Chishen Wei, *University of Texas*  
Zhewei Zhang, *Baylor University*

Entre nuestros revisores académicos queremos agradecer especialmente la colaboración de Scott Gibson, Edie Hotchkiss, Julia Plotts y Betty Simkins, quienes no solo revisaron y pusieron a prueba el libro en sus clases, sino que contribuyeron con la aportación de muchos de los problemas que encontrará al final de cada capítulo. Queremos también reconocer la ayuda de los estudiantes de las universidades de Baylor y Texas, que sufrieron los primeros borradores del texto y contribuyeron a

mejorarlo con valiosos comentarios. Entre este grupo, nuestro agradecimiento especial para la promoción de 2006 del EMBA impartido en la Universidad Baylor (Austin y Dallas), que leyó y utilizó prácticamente todo el libro en los cursos de verano de finanzas. Por último, reconocemos la labor de Ravi Anshuman, del Indian Institute of Management, en Bangalore, que revisó el libro completo en sus sucesivas versiones y realizó reflexiones de gran utilidad. Ravi Anshuman ha escrito con nosotros *Valuation in Emerging Markets* (Addison Wesley, 2008).

También han sido muchos los profesionales del mundo de los negocios que nos ayudaron con su conocimiento y experiencia, recogidos en los recuadros de consejos. De entre ellos, agradecemos la participación de los siguientes:

Jim Brenn, director financiero, Briggs and Stratton Corporation, Milwaukee, Wisconsin.

Kevin Cassidy, Moody's Investors Service, vicepresidente/analista senior, Nueva York, Nueva York.

Keith Crider, director financiero de nuevos productos, Frito-Lay, Dallas, Texas.

Joe Cunningham, MD, director ejecutivo de Sante' Health Ventures, Austin, Texas.

Jack D. Furst, cofundador de Hicks, Muse, Tate & Furst en 1989 (renombrada HM Capital Partners en 2006) y ahora consejero senior y miembro del comité de inversión de la empresa.

Trevor Harris, director ejecutivo de Morgan Stanley y codirector del Center for Excellence in Accounting and Security Analysis en la Columbia University School of Business.

Jonathan Hook, vicepresidente asociado y director de inversiones del Baylor University Endowment Fund, Baylor University, Waco, Texas.

Roger Ibbotson, fundador y antiguo presidente de Ibbotson Associates, Inc.

Vince Kaminski, profesor en la Jesse H. Jones Graduate School of Management, Rice University, Houston, Texas.

Steven McColl, coordinador de operaciones estratégicas, ConocoPhillips, Houston, Texas.

Justin Petit, socio, Booz Allen Hamilton, Nueva York, Nueva York.

Jeffrey Rabel, vicepresidente de Global Financial Sponsors, Lehman Brothers, Nueva York

J. Douglas Ramsey, doctor, vicepresidente y director financiero, EXCO Resources, Inc., Dallas, Texas.

Bennett Stewart III, socio fundador de Stern-Stewart and Company, Nueva York, Nueva York.

Queremos agradecer también la enorme ayuda recibida del fantástico equipo editorial de Pearson Education, liderado por Mary Clare McEwing, que encabezó el proceso de edición. Ann Torbert afrontó la lectura del primer manuscrito y nos orientó para que el libro llegar a ser lo que es hoy; Donna Battista nos ayudó a dar al proyecto su forma inicial.

# Visión general de la valoración

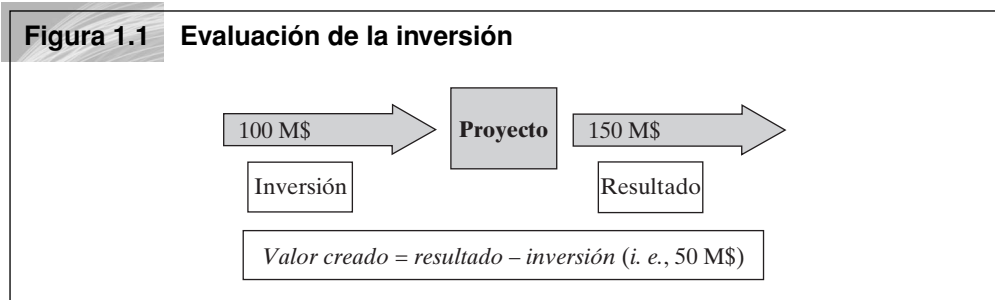
## Presentación del capítulo

**E**l Capítulo 1 se centra en los desafíos inherentes a la valoración de inversiones, desde los grandes proyectos de presupuesto de capital hasta la compra de empresas independientes. En primer lugar, revisamos el concepto de valoración de un proyecto en términos de su impacto previsto sobre la riqueza de los propietarios de la empresa. En segundo lugar, a través del estudio de un caso que involucra una gran inversión de un grupo de compañías petroleras multinacionales, destacamos cinco desafíos clave que pueden surgir al valorar un proyecto de inversión relevante.

Para abordar con efectividad los desafíos que encierran las valoraciones de grandes inversiones, las empresas deben adoptar un enfoque disciplinado, basado en un sólido proceso de evaluación. Para satisfacer esta necesidad, presentamos un proceso de evaluación de inversiones en tres fases. El proceso comienza con la identificación de una idea de inversión y concluye con la aprobación final. Este proceso no elimina todas las malas inversiones, dado que invertir es intrínsecamente una actividad de riesgo. No obstante, sí contribuirá a asegurar que la empresa no cometa errores de decisión basados en análisis incorrectos.

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Si bien el éxito o el fracaso final de una empresa dependen de una infinidad de variables, la habilidad de la dirección para evaluar y seleccionar inversiones rentables es ciertamente uno de los factores clave. Estamos pensando en grandes inversiones de capital, como la decisión de Intel de construir una nueva planta de producción o la decisión de Wal-Mart de instalar un sistema automático de gestión de inventario en sus centros regionales de distribución. Las inversiones también pueden contemplar la adquisición de empresas enteras, como la compra de YouTube por parte de Google o las compras de Shopping.com y Skype.com por parte de Ebay. Lo que estas decisiones tienen en común es el hecho de que las empresas deben emplear recursos significativos, tanto en tiempo de



la dirección como en dinero, a cambio de la posibilidad incierta de una compensación futura.

Dependiendo de su etapa de desarrollo, los gastos de inversión de una empresa pueden suponer una parte sustancial del valor total de la firma. Por ejemplo, en 2004 Netflix, Inc. (NFLX) gastó 117,93 M\$ en los activos necesarios para mantener su negocio de alquiler de DVD, lo que representó el 47% de su activo total (Company 10K, 2004). Una empresa más madura, Home Depot, invirtió 3.900 M\$ en gastos de capital y en torno a 2.500 M\$ en adquisiciones, lo que en total ascendió a tan solo el 14,4% de su activo total de final de 2005<sup>1</sup>.

A lo largo de la mayor parte de este libro asumiremos que el objetivo de la empresa es crear riqueza iniciando y gestionando inversiones que generen flujos de caja futuros cuyo valor sea superior al total invertido. A simple vista el proceso parece bastante sencillo. Considérese el diagrama de la Figura 1.1: una empresa tiene la oportunidad de invertir 100 M\$ hoy en un proyecto que genera una corriente de flujos de caja valorados en 150 M\$. Al hacer la inversión, la empresa produce un incremento de riqueza de 50 M\$ para sus accionistas. En el lenguaje del analista financiero, la empresa espera que el proyecto valga 50 M\$ más de lo que cuesta (en dólares de hoy), lo que en la jerga financiera significa que el proyecto tiene un valor actual neto<sup>2</sup> de 50 M\$.

Sin embargo, la triste realidad es que más de la mitad de los grandes proyectos de inversión no alcanzan los resultados esperados<sup>3</sup>. La obtención de rendimiento en las fusiones y adquisiciones es aún más problemática, como ejemplifica la venta de Chrysler Corporation por parte de Daimler-Benz por menos de 7.400 M\$ en 2007, tras haber pagado 36.000 M\$ por la compañía en 1998. Si la evaluación de los proyectos es tan inmediata como se muestra en la Figura 1.1, ¿por qué fracasan tantas grandes inversiones?

Una posible explicación es, simplemente, que las empresas invierten en proyectos de riesgo, de los que no se puede esperar que salgan bien todas las veces. Empleando una analogía deportiva, para meter un gol por la escuadra hay que echar muchos balones fuera. Sin embargo, defenderemos en este libro que hay algo más que riesgo de inversión y mala suerte en este asunto. El hecho es que, al analizar el gasto de capital, las alternativas pueden ser complejas y tediosas, y los gestores tienen que decidir dónde invertir basándose en información incompleta sobre eventos futuros inciertos. Frente a esta complejidad e incer-

<sup>1</sup>[http://ir.homedepot.com/downloads/HD\\_2005\\_AR.pdf](http://ir.homedepot.com/downloads/HD_2005_AR.pdf) (según acceso de 8 de enero de 2006).

<sup>2</sup>El Valor Actual Neto (VAN) es igual a la diferencia entre el valor de los flujos de caja futuros esperados que se derivan de una inversión y el coste de la inversión.

<sup>3</sup>Nadim F. Matta y Ronald N. Ashkenas, 2003, Why good projects fail anyway, Harvard Business Review (septiembre), 109-114.

tidumbre, los gestores frecuentemente siguen su instinto y se lanzan a hacer inversiones “con buena pinta”.

Estamos de acuerdo en que los gestores con una intuición fiable y experiencia como para tomar decisiones sensatas serán quienes determinen (y así debe ser) las principales inversiones de la empresa. No obstante, las herramientas analíticas, así como ciertos programas de ordenador sofisticados (aunque económicos y de fácil uso), pueden guiar a los gestores a través de la complejidad y el tedio inherentes a la evaluación de una inversión relevante. Estamos convencidos de que, usando estas herramientas y adoptando un enfoque más disciplinado en la valoración, mejorará el juicio de los gestores y se tomarán decisiones de inversión más acertadas.

## 1.2. LA NATURALEZA DE LAS GRANDES DECISIONES DE INVERSIÓN

Las empresas crecen y expanden su operativa de una de dos formas: o bien adquieren capacidad de producción reuniendo los activos necesarios, o, alternativamente, compran los activos productivos de una empresa existente. En el caso de una firma que reúne los activos necesarios por sí misma, el problema de valoración se llama **valoración de proyectos**. En el caso de una firma que adquiere activos productivos mediante la compra de una empresa existente, nos referimos al problema de valoración como **valoración de empresas**.

En esta sección consideramos ejemplos de valoración tanto de proyectos como de empresas y sentamos una base común de principios que podrán ser usados para ambos tipos de análisis.

### Valoración de proyectos: invertir en los yacimientos petrolíferos del mar Caspio

Para adquirir perspectiva sobre la complejidad que encierra la decisión de destinar fondos a un gran proyecto de inversión, consideremos el problema que afrontó un grupo de compañías petrolíferas multinacionales a comienzos de los 90. Retroceda en el tiempo e imagínese sentado a la mesa donde comienza el análisis, intentando calibrar los riesgos y beneficios potenciales para su empresa en caso de acometer la inversión.

La oportunidad de inversión involucraba el desarrollo de los yacimientos petrolíferos del mar Caspio en Azerbaiyán, un país nuevo e independiente que antes formaba parte de la Unión Soviética<sup>4</sup>. La inversión supuso la formación de un consorcio de empresas formado por once compañías petroleras. Conocido como el Consorcio Internacional de Petróleo Azerbaiyano, incluye la compañía estatal de petróleo de Azerbaiyán, British Petroleum, Amoco, las compañías estatales de petróleo de Rusia y Turquía y otras empresas extranjeras del sector. Las once compañías tienen conjuntamente el derecho de explotar tres yacimientos en la parte occidental del mar Caspio, que se estimaba que contenían entre 4.500 y 5.000 millones de barriles<sup>5</sup>.

<sup>4</sup>Benjamin Esty y Michael Kane, BP Amoco (B): Financing Development of the Caspian Oil Fields, *Harvard Business School Press*, Caso #9-201-067, 2001.

<sup>5</sup>“Azerbaijan-Pipeline Knocked Back”, *Project Finance International*, (24 de marzo de 1999), pág. 45.

**Figura 1.2** Etapas de la inversión en los yacimientos petrolíferos del mar Caspio

<b>1998-1999</b>	<b>Etapa preliminar del proyecto</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Explotar el yacimiento de Chirag reformando la plataforma marina de perforación y excavando nuevos pozos.</li> <li>■ Construir un oleoducto submarino hasta la terminal (105 millas).</li> <li>■ Reconstruir dos oleoductos de exportación (total 1.300 millas).</li> <li>■ Coste estimado: 1.000 M\$.</li> </ul>
<b>A partir de 2000</b>	<b>Primera etapa</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Explotar el yacimiento de Azeri.</li> <li>■ Coste estimado: entre 2.600 y 3.100 M\$.</li> </ul>
<b>A partir de 2002</b>	<b>Segunda etapa</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Explotar el yacimiento submarino de Gunashli.</li> <li>■ Coste estimado: 3.000 M\$.</li> </ul>
<b>A partir de 2003-2004</b>	<b>Tercera etapa</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Explotación adicional del yacimiento de Azeri.</li> <li>■ Coste estimado: 2.000 M\$.</li> </ul>

El derecho de explotación de los tres yacimientos quedaría sujeto a ciertas condiciones. El consorcio llevaría a cabo una inspección sísmica, un estudio de impacto medioambiental y la perforación de una serie de pozos de sondeo. Tendría entonces que enviar un plan de desarrollo a la compañía petrolífera estatal de Azerbaiyán, perfilando la explotación de los yacimientos a partir de los hallazgos preliminares. Continuando el trabajo inicial, el consorcio envió en cierto momento un plan en cuatro etapas, resumido en la Figura 1.2. Tanto la compañía petrolífera estatal de Azerbaiyán como el consorcio se reservaban el derecho de aprobar cada uno de los pasos del proceso en función de los resultados de la etapa anterior. Más aún, un acuerdo de reparto de la producción definía el reparto de ingresos a partir de la inversión, en caso de que fuese exitosa.

A medida que se fueron conociendo los resultados de cada etapa del proyecto, la dirección de la compañía petrolífera estatal de Azerbaiyán y el consorcio tuvieron que afrontar la decisión de si debían abordar las siguientes fases. En esencia, si se decidía proceder con la inversión de la etapa preliminar del proyecto, el consorcio adquiriría la opción de hacer inversiones sucesivas en cada una de las etapas siguientes del proceso. Asimismo, asumiendo que todas las etapas de la inversión fueran ejecutadas con éxito, la experiencia y conocimiento de la región que el consorcio adquiriera posibilitaría que cada uno de sus miembros compitiera en términos favorables en oportunidades futuras de inversión.



## Cuestiones que plantearse al valorar una inversión

El proyecto de explotación del yacimiento petrolífero del mar Caspio ilustra la complejidad del entorno en que las compañías deciden sus inversiones. En cualquier situación en que una empresa deba valorar una inversión nueva y relevante, surgen cinco cuestiones. La Figura 1.3 las enumera, y a continuación las desarrollamos.

### Cuestión 1: ¿Tiene sentido?

Antes de que la empresa haga ninguna inversión, su plan o estrategia debe resultar verosímil para quien decide: la dirección debe estar convencida de que las ganancias potenciales del proyecto serán suficientes para justificar la inversión inicial. Asimismo, la dirección debe creer que el equipo directivo de la empresa tiene (o puede adquirir) el conocimiento necesario para cosechar los beneficios de la inversión. En terminología económica, esta cuestión es la “ventaja competitiva”. En concreto, ¿tiene la empresa una ventaja debida a un conocimiento especializado u otras circunstancias que le permita capturar los beneficios de la inversión?

En última instancia, el éxito o fracaso de una inversión depende en gran medida de las capacidades de la empresa inversora en comparación con otras empresas. Esta idea queda contenida en el concepto de “ventaja comparativa”. Adicionalmente, el valor que la empresa es capaz de capturar por sí misma queda afectado por las acciones y reacciones de las empresas competidoras. Por tanto, un análisis completo de una inversión debe abordar las siguientes cuestiones estratégicas: ¿tiene esta empresa o este proyecto alguna ventaja comparativa respecto a otras empresas y proyectos existentes? ¿Son suficientes las ventajas comparativas de la empresa para disuadir a los competidores de hacer inversiones similares?

### Figura 1.3 Cuestiones que plantearse al realizar una inversión

1. ¿Tiene sentido?
2. ¿Qué riesgos conlleva la inversión y cómo pueden ser evaluados y tratados en el análisis?
3. ¿Cómo financiar la inversión?
4. ¿Cómo afectará la inversión a los próximos resultados?
5. ¿Tiene la inversión flexibilidades inherentes que permitan a la empresa modificarla en respuesta a circunstancias cambiantes?

### Cuestión 2: ¿Qué riesgos conlleva la inversión y cómo pueden ser evaluados y tratados en el análisis?

El viejo dicho “mirar antes de cruzar” es un buen consejo al evaluar oportunidades de inversión. En concreto, una evaluación cuidadosa de *qué podría salir mal* es quizá aún más importante que un análisis de lo que esperamos que salga bien. Por ejemplo, los proyectos internacionales de inversión en regiones del mundo en vías de desarrollo exponen a los inversores a una infinidad de riesgos.

He aquí algunas cuestiones que surgen a menudo al evaluar y gestionar el riesgo: ¿cuáles son los riesgos subyacentes asociados a la inversión? ¿Cómo se deben incorporar estos riesgos al análisis del proyecto? ¿Afectan los riesgos a la tasa de rentabilidad que se debe-

ría usar al evaluar si emprender la inversión? ¿Existen programas gubernamentales (locales o extranjeros) que aseguren la inversión ante el evento de inestabilidad política? ¿Cómo afecta a la financiación del proyecto y a su valoración la capacidad de la empresa para transferir el riesgo de la inversión?

### Cuestión 3: ¿Cómo financiar la inversión?

Existen muchas maneras de financiar un gran proyecto de inversión. Además, la capacidad de asegurar financiación atractiva es un determinante clave del valor de la inversión. Por ejemplo, en ocasiones las empresas pueden obtener ayuda estatal en la forma de garantías gubernamentales o mejoras del crédito, especialmente cuando el proyecto involucra inversiones internacionales. En otros casos, las empresas pueden recaudar pasivo privado y deuda nueva para financiar inversiones fuera de balance, conocidas como entidades con fines especiales (EFE).

En concreto, la evaluación de oportunidades de financiación plantea cuestiones como las siguientes: ¿cómo afectan las características de la empresa y el proyecto (por ejemplo, el punto hasta el que los riesgos pueden ser transferidos a terceros vía contratos financieros) al modo en que se financia? ¿Cómo afecta la financiación del proyecto al modo de valorarlo? Diremos más sobre la relación entre financiación y valor en el Capítulo 4.

Además de pensar cuánto endeudarse, la empresa también debería plantearse el tipo de deuda que empleará. ¿Debería financiarse el proyecto con el balance de la empresa, o bien fuera de balance con deuda sin posibilidad de recurso (*i. e., project finance*)?<sup>6</sup>

### Cuestión 4: ¿Cómo afectará la inversión a los próximos resultados?

Los inversores y analistas se basan en los resultados que la empresa reporta como indicadores de su buena o mala marcha. Al considerar una gran inversión, la dirección estará muy atenta a su efecto sobre los resultados. Preguntará si el proyecto puede reducir o aumentar el beneficio por acción de la empresa. Por ejemplo, un gran proyecto petrolífero como el del mar Caspio puede diluir los beneficios de la empresa en los primeros años a causa de los considerables gastos iniciales y los flujos de caja diferidos. Sin embargo, los beneficios deberían incrementarse con el tiempo, a medida que los rendimientos futuros del proyecto se vayan materializando.

El efecto de un proyecto en los resultados puede ser importante al determinar si los gestores querrán iniciar una inversión, por diversas razones. Por ejemplo, si los ejecutivos de la compañía tienen incentivos basados en los resultados, o si creen que los inversores se centrarán en los beneficios por acción, entonces pueden ser reacios a aprobar un proyecto que afecte negativamente a los resultados de la empresa. Así, la contabilidad y el diseño de las políticas de incentivos según resultados a menudo influyen en las decisiones de inversión de una firma. El Capítulo 9 profundiza en la importancia potencial de los resultados sobre las decisiones de inversión de una empresa, así como el modo en que el ingreso residual (valor económico añadido o EVA<sup>TM</sup>)<sup>7</sup> se puede emplear para ayu-

<sup>6</sup>“Sin posibilidad de recurso” o “*project finance*” son términos que se refieren a la deuda de la cual solo es responsable la inversión o el proyecto. Esto es, la deuda debe ser devuelta a partir de los flujos de caja que el proyecto genere, y no hay recurso posible a la compañía responsable de la inversión.

<sup>7</sup>Valor económico añadido (o EVA<sup>TM</sup>, por sus siglas en inglés) es una marca registrada de Stern Stewart and Company.

dar a resolver los problemas relacionados con los resultados como medida de rendimiento.

**Cuestión 5: ¿Tiene la inversión flexibilidades inherentes que permitan a la empresa modificarla en respuesta a circunstancias cambiantes?**

Las empresas invierten esperando que un conjunto particular de sucesos guíe a la inversión hasta un resultado concreto. Sin embargo, los eventos futuros e inciertos hacen particularmente importante que el proyecto aporte la posibilidad de reaccionar y adaptar la inversión a circunstancias cambiantes. En concreto, esto incluye las siguientes cuestiones:

**¿Se puede dividir la inversión en etapas?** A menudo, como en el caso de los yacimientos petrolíferos del mar Caspio, las firmas emprenden fuertes inversiones por etapas. La división en etapas permite a la empresa gestionar su exposición al riesgo construyendo una serie de compromisos crecientes basados en el éxito de la inversión previa. Este es claramente el caso de los proyectos de grandes explotaciones petrolíferas: habitualmente tienen una etapa preliminar que suministra información sobre el tamaño de las reservas de petróleo antes de que la empresa inicie mayores desarrollos. Esto también es cierto para muchos productos o servicios nuevos, para los cuales la fase de prueba de marketing revela información importante sobre su potencial de venta.

Cuando la empresa está en sus etapas iniciales de inversión, esencialmente adquiere la “opción” de invertir en etapas posteriores del proyecto (si las inversiones intermedias resultan fructíferas). La flexibilidad para retrasar la implementación de un proyecto, para detener las pérdidas y abandonarlo o para expandir una inversión exitosa son ejemplos de opcionalidad que pueden añadir un valor considerable a un proyecto. Diremos más sobre la evaluación de estas opciones en el Capítulo 11.

Quienes toman las decisiones deberían ser muy conscientes de que, en algunos casos, lo que parece una opción resulta ser una obligación. En concreto, si no existe la posibilidad real de que una opción no sea ejecutada, entonces no es una opción en absoluto. En el caso del mar Caspio, por ejemplo, podría resultar muy difícil para los miembros del consorcio “salirse” después de la etapa 1.

**¿La inversión abre oportunidades para nuevas inversiones?** La oportunidad de invertir en nuevos productos, mercados o tecnologías puede conllevar oportunidades valiosas de realizar inversiones adicionales. La mayor parte de las oportunidades de inversión surgen de inversiones previas de la empresa. En el caso del mar Caspio es probable que haya negocios adicionales de petróleo y gas, o incluso la oportunidad de entrar en el negocio petroquímico de Asia Central. Consecuentemente, la valoración de inversiones con oportunidades de recurrencia requiere la consideración de dos conjuntos de flujos de caja: los generados por la oportunidad inmediata, y los que provienen de los posibles proyectos siguientes. La cuestión fundamental es esta: ¿cómo debería la compañía valorar estas oportunidades de recurrencia e incorporarlas en el análisis de la decisión inicial de invertir? Diremos más sobre este tema en el Capítulo 12.

**¿La inversión comporta sinergias de producción o marketing con productos existentes?** En la medida en que la nueva inversión comparta recursos de producción o marketing, se abrirá la oportunidad de ganar ventaja comparativa sobre la competencia de la empresa.

## Valoración de empresas: fusiones y adquisiciones

Las cinco cuestiones básicas planteadas al analizar el proyecto de inversión del mar Caspio son también aplicables a la valoración de empresas. Desde la perspectiva de un analista financiero, la pregunta fundamental es la misma: ¿cuál es el valor de la inversión, y cuál es su coste?

Cisco Systems (CSCO) es notorio por su política de comprar otras empresas. Esta estrategia de expansión mediante adquisiciones conlleva los mismos problemas que hemos visto en la valoración del proyecto del mar Caspio. Por ejemplo, el 20 de marzo de 2003, Cisco anunció sus planes de adquirir The Linksys Group, Inc., de Irvine, California, por un precio total de aproximadamente 500 M\$. Aunque no tenemos información detallada sobre el análisis de la compra por parte de Cisco, la siguiente reflexión (basada en una nota de prensa de la compañía)<sup>8</sup> demuestra cómo Cisco describió su evaluación de las cinco cuestiones básicas identificadas antes.

### **Cuestión 1: ¿Tiene sentido?**

“Impulsado por la adopción de la banda ancha por parte del consumidor, el espacio de red doméstico ha experimentado una aceptación masiva. Linksys ha logrado una posición de fortaleza en este mercado en expansión desarrollando una línea de productos extensa y fácil de usar para hogares y pequeñas empresas”<sup>9</sup>. Esta adquisición es un ejemplo de la estrategia de Cisco para ensanchar su cartera de soluciones de red *end-to-end* (de extremo a extremo), al incluir mercados de gran crecimiento, como la tecnología *wireless* (inalámbrica), la voz sobre IP (VoIP) y el almacenamiento en red.

### **Cuestión 2: ¿Qué riesgos conlleva la inversión y cómo pueden ser evaluados y tratados en el análisis?**

Una importante fuente de riesgo para la inversión es el propio riesgo tecnológico. Por ejemplo, ¿podrían desarrollarse tecnologías inalámbricas que dejaran a los productos de Linksys fuera del mercado? Este riesgo es muy real para las compañías basadas en la tecnología; sin embargo, Cisco lo ha mitigado parcialmente comprando al líder reconocido de la industria. El desafío al que se enfrentará Cisco en el futuro será mantener a Linksys en la vanguardia competitiva al tiempo que opera como división de una empresa mucho mayor.

### **Cuestión 3: ¿Cómo financiar la inversión?**

“En los términos del acuerdo, Cisco proveerá acciones ordinarias con un valor agregado de aproximadamente 500 M\$ para adquirir la empresa Linksys y asumir todas las opciones sobre acciones pendientes de los empleados”.

### **Cuestión 4: ¿Cómo afectará la inversión a los próximos resultados?**

“Excluyendo los gastos de adquisición, Cisco anticipa que esta transacción añadirá aproximadamente 0,01 \$ a su beneficio por acción pro forma del año fiscal 2004. Esta transacción aumentará en adelante los ingresos, tanto pro forma como según los PCGA (principios contables generalmente aceptados)”.

---

<sup>8</sup>Nota de prensa de Cisco Systems, fechada el 20 de marzo de 2003 ([http://newsroom.cisco.com/dlls/corp\\_032003.html](http://newsroom.cisco.com/dlls/corp_032003.html)).

<sup>9</sup>Comunicado de prensa, “Cisco Systems Announces Agreement to Acquire the Linksys Group, Inc.”, 20 de marzo de 2003.

**Cuestión 5: ¿Tiene la inversión flexibilidades inherentes que permitan a la empresa modificarla en respuesta a circunstancias cambiantes? En concreto:**

- ¿Se puede dividir la inversión en etapas? La adquisición de Linksys por parte de Cisco es otro paso en la amplia estrategia de expandir su línea de productos para hogares y pequeñas empresas, y tiene como fin desarrollar una posición dominante en dicho mercado.
- ¿La inversión abre oportunidades para nuevas inversiones? “Esta adquisición representa la entrada de Cisco en el mercado de redes, de elevado crecimiento en hogares y pequeñas empresas. Las redes domésticas permiten a los consumidores compartir conexiones a Internet de banda ancha, ficheros, impresoras, música digital, fotografías y juegos, todo a través de una red de área local (LAN), sea inalámbrica o por cable”.
- ¿La inversión comporta sinergias de producción o marketing con productos existentes? Claramente, Linksys ofrece productos que pueden ser comercializados utilizando canales de distribución similares a los ya existentes en Cisco. Además, las similitudes entre las aplicaciones de pequeñas empresas y hogares deberían conllevar sinergias con los activos de marketing presentes en Cisco.

### 1.3. AFRONTAR LA COMPLEJIDAD: PROCESO Y DISCIPLINA

Sea una inversión como la del mar Caspio o como la compra de The Linksys Group por parte de Cisco, su evaluación puede volverse muy compleja. Para afrontar esta complejidad de forma disciplinada, las empresas desarrollan políticas y procedimientos que prescriben cómo evaluar nuevas oportunidades de inversión. El objetivo de estos procedimientos es asegurar que los proyectos reciben un análisis en profundidad y que el proceso de selección no está sesgado por los intereses particulares de uno o más gestores.

#### El proceso de evaluación de inversiones

La Figura 1.4 resume un proceso de evaluación de inversiones. Este proceso en tres fases captura los elementos críticos de la evaluación de proyectos o empresas, comenzando con la generación de la idea y culminando con el dictamen final sobre la inversión (“luz verde, luz roja”). El proceso es muy general, e ilustra cómo se evalúan las inversiones en una gran variedad de industrias y tamaños de empresas. Hay que ser consciente de que, en este planteamiento, las fases pueden ser tan amplias como para abarcar la evaluación de empresas o tan estrechas como para tratar la valoración de proyectos.

##### Fase I: Origen y análisis de la idea de inversión

Las empresas se enteran de las grandes oportunidades de inversión a través de diversas fuentes. Una fuente común de ideas la constituyen los propios empleados y clientes de la empresa. Otra fuente son las organizaciones externas que elaboran propuestas de inversión para la empresa, tales como bancos de inversión y otras firmas que quieran comprar o vender activos concretos.

**Figura 1.4** Proceso de evaluación de inversiones en tres fases: cubriendo todas las posibilidades

Fase I	Origen y análisis de la idea de inversión
<b>Paso 1:</b>	Llevar a cabo una evaluación estratégica.
<b>Paso 2:</b>	Estimar el valor de la inversión (“hacer números”).
<b>Paso 3:</b>	Preparar un informe de evaluación de la inversión y una recomendación para la dirección.
Fase II	Revisión y recomendación de la dirección
<b>Paso 4:</b>	Evaluar las asunciones estratégicas de la inversión.
<b>Paso 5:</b>	Revisar y evaluar los métodos y asunciones empleados para estimar el VAN de la inversión.
<b>Paso 6:</b>	Ajustar los errores propios de la estimación e inducidos por sesgos, y formular una recomendación sobre la inversión propuesta.
Fase III	Decisión y aprobación por parte de la dirección
<b>Paso 7:</b>	Tomar una decisión.
<b>Paso 8:</b>	Obtener la aprobación de la dirección y, posiblemente, del consejo.

Esta fase inicial del análisis comprende tres actividades:

**Paso 1: Llevar a cabo una evaluación estratégica.** Toda oportunidad de inversión tiene una estrategia subyacente (“propuesta de valor”) que suministra la base para emprender la inversión. La búsqueda inicial de propuestas de inversión comienza con una evaluación de la solidez de esta estrategia subyacente. Con frecuencia son los miembros del grupo de desarrollo de la empresa quienes hacen esta búsqueda. Si la inversión (sea proyecto o empresa) tiene un aspecto prometedor tras la revisión inicial, entonces un equipo de evaluación de inversiones la investigará en profundidad y elevará una recomendación a la dirección.

**Paso 2: Estimar el valor de la inversión (“hacer números”).** El objetivo de la parte de estimación del proceso es determinar si la inversión tiene el potencial de crear valor para los accionistas de la empresa. Tradicionalmente este análisis comprendía la aplicación de modelos de valoración, tales como el descuento de flujos de caja y ratios basadas en el mercado (por ejemplo, precio/valor en libros o precio/beneficio (PER)). Sin embargo, cuando el potencial de la inversión para crear valor tiene múltiples fuentes, la evaluación puede comprender otros muchos tipos de análisis. Esto incluye análisis de (a) los flujos de caja proyectados de operaciones existentes o propuestas; (b) la flexibilidad propia del proyecto que permite a la dirección modificar la inversión durante su vida en respuesta a las condiciones cambiantes del mercado (*i. e.*, opciones reales); (c) las oportunidades para gestionar (*i. e.*, controlar o incluso eliminar) parte de las fuentes del riesgo inherente a la inversión; (d) la capacidad de estructurar la organización (alinear la autoridad de decisión y las políticas de compensación) para mejorar el po-

tencial de creación de valor de la inversión; (e) las alternativas de financiación; y (f) el efecto de la inversión en el resultado del ejercicio.

**Paso 3: Preparar un informe de evaluación de la inversión y una recomendación para la dirección.** Combinando los análisis estratégicos y cuantitativos de los pasos 1 y 2, el equipo de análisis de la inversión prepara un informe que resume su recomendación al comité directivo de supervisión. Como mínimo, el informe contendrá (a) una evaluación de la estrategia de inversión para crear valor para el accionista, (b) una estimación del valor de la inversión (valor actual neto), y (c) la información de soporte y las asunciones empleadas en el análisis.

## Fase II: Revisión y recomendación de la dirección

La revisión de la dirección cumple una función de control: examina el análisis inicial en busca de potenciales fuentes de error y sesgos en la selección de la inversión. Un grupo de empleados distinto, que no haya participado en el análisis original, revisa las nuevas propuestas de inversión. Típicamente, las empresas disponen de un comité de revisión de inversiones (conocido a veces como el “comité de planificación estratégica”) para analizar las propuestas nuevas.

La responsabilidad fundamental del comité de revisión de inversiones es, como su nombre indica, revisar la recomendación del equipo inicial de análisis. El comité de revisión se asegurará de que las asunciones del equipo inicial sean razonables y de que no hayan pasado nada por alto. Si el proceso de revisión recomienda a la dirección que invierta, el comité de revisión también evaluará cuánto invertir. El comité de revisión de inversiones supone un sistema de equilibrio de poderes diseñado para desbrozar las malas inversiones y los análisis incorrectos.

La fase II comprende las actividades de los pasos 4 a 6:

**Paso 4: Evaluar las asunciones estratégicas de la inversión.** El proceso de revisión, al igual que la búsqueda inicial de inversiones (paso 1), comienza con la evaluación de la estrategia o propuesta de valor de la inversión. ¿La idea que subyace a su potencial de creación de valor tiene sentido para el comité de revisión? ¿Las oportunidades de cobertura ofrecen fuentes de valor para la empresa? ¿Las alternativas de financiación específicas para la inversión tienen sentido y muestran una perspectiva razonable de aportar valor?

**Paso 5: Revisar y evaluar los métodos y asunciones empleados para estimar el VAN de la inversión.** El comité evalúa el análisis cuantitativo llevado a cabo en el paso 2. ¿Son razonables las asunciones que soportan las estimaciones de precio, coste y cantidad a la luz de los precios observados en el mercado y las cuotas de mercado de las empresas y los productos de la competencia? ¿Hay alguna opción adicional inherente a la propuesta que no fuera considerada en el informe anterior (inversiones subsiguientes y otras fuentes importantes de creación de valor)? Finalmente, ¿hay oportunidad de expandir o contraer el alcance de la inversión (incluso abandonarla por completo)? Aunque puede resultar muy difícil estimar su valor, es crítico que la empresa considere estas opciones para valorar apropiadamente la inversión.

**Paso 6: Ajustar los errores propios de la estimación e inducidos por sesgos, y formular una recomendación sobre la inversión propuesta.** El origen puede estar viciado por potenciales sesgos en la valoración de la inversión. Después de hacer los ajustes oportunos, el comité directivo de revisión eleva su recomendación al ejecutivo responsable de la decisión final.

### Fase III: Decisión y aprobación por parte de la dirección

La responsabilidad final de realizar la inversión recae sobre un ejecutivo de la firma que ostenta el nivel apropiado de autoridad. Típicamente, cuanto mayor sea el compromiso financiero que requiere una inversión, mayor será el nivel en la jerarquía directiva que se requerirá para aprobarla. Consecuentemente, en la fase final de la evaluación de una inversión, las recomendaciones del equipo de revisión y evaluación llegan al equipo de dirección de la firma. El equipo de dirección aprueba o rechaza la inversión propuesta y busca la aprobación del consejo, si es necesario.

La fase III contiene los dos pasos finales de nuestro proceso de evaluación de inversiones en ocho pasos:

**Paso 7: Tomar una decisión.** Combinando la sensibilidad de la alta dirección a la estrategia global de la empresa con la recomendación del comité de revisión de inversiones, el ejecutivo con el nivel de atribuciones necesario toma una decisión. Las alternativas son rechazar la propuesta directamente o bien aceptarla para su implementación de inmediato o más adelante.

**Paso 8: Obtener la aprobación de la dirección y, posiblemente, del consejo.** Si se decide emprender la inversión, entonces el ejecutivo responsable buscará la aprobación final de la dirección de la empresa y, posiblemente, del consejo de administración.

El proceso de evaluación de inversiones en tres fases aporta un análisis completo e integrado de todas las facetas de la valoración de una inversión, a la vez que mantiene las características críticas de control. Sin embargo, cuando las empresas aplican este proceso a la vida real, pueden surgir diversas cuestiones que sesguen los resultados. Para demostrar el uso de este proceso de evaluación y explicar algunas de las complicaciones que pueden aparecer, concluiremos el capítulo con un breve caso de estudio.

## 1.4. CASO DE ESTUDIO: CP3 PHARMACEUTICALS LABORATORIES, INC.

La Figura 1.4 presentaba un proceso de tres fases y ocho pasos para llevar a cabo de forma disciplinada el proceso de evaluación y decisión de inversión. La necesidad de un enfoque así era evidente, por lo grande y complejo, en el proyecto de inversión del mar Caspio. Las empresas pueden (y deberían) utilizar el mismo enfoque básico para realizar inversiones menores y mucho más concentradas, así como para adquirir empresas enteras.

En esta sección usaremos un ejemplo hipotético para conocer la evaluación de una inversión típica en un proyecto relativamente reducido: el deseo de CP3 Pharmaceuticals Laboratories, Inc. (un nombre ficticio para una empresa real) de invertir 547.000 \$ en instalar un nuevo sistema de manipulación de materiales. El ejemplo comienza con la identificación de la idea y concluye con el dictamen final “luz verde/luz roja”.

Mientras lee la descripción del proceso de decisión, tenga en mente el proceso de evaluación de inversiones en tres fases y ocho pasos sintetizado en la Figura 1.4. El proceso de decisión de CP3 no encaja exactamente con el enfoque descrito. Estas diferencias no son inusuales, dado que las empresas a menudo modifican los procesos para adaptarse a sus necesidades particulares. No obstante, el proceso se aproxima al descrito en todos los pasos.



## Ejemplo: Invertir en un nuevo sistema de manipulación de materiales

La práctica de un negocio a menudo se desvía de la teoría por razones comprensibles. A medida que lea la siguiente historia ficticia de una inversión de CP3 Pharmaceuticals Laboratories, preste atención al proceso y no a los números (que ya serán objeto de discusión en gran parte de este manual). Fíjese en particular en cómo se analiza la inversión. Si ha estudiado finanzas, incluso observará algunos puntos donde la teoría que aprendió entra en conflicto con la práctica.

Susan Chamblis es vicepresidenta de desarrollo de negocio en CP3 Pharmaceuticals Laboratories, ubicado en Austin, Texas. Los miembros del grupo de desarrollo de negocio de CP3 rastrean regularmente nuevas oportunidades de inversión para la compañía, que pueden incluir tanto nuevos productos como nuevos mercados para productos existentes. Por tanto, no es raro que alguien de este grupo, Susan en este caso, identifique una oportunidad atractiva de inversión<sup>10</sup>.

CP3 realiza una operativa de empaquetado médico en sus instalaciones en Austin que tiene costes significativos debidos a los residuos del producto. Susan ha identificado un nuevo sistema de manipulación de materiales que promete ahorros de costes sustanciales mediante la reducción de residuos, la disminución de personal en el área de fabricación y el reciclaje de plástico. La Figura 1.5 contiene los detalles del proyecto propuesto, en el formato del formulario de solicitud de gastos de la compañía.

Antes de iniciar un análisis formal de la inversión propuesta, sin embargo, Susan mantiene conversaciones informales con altos ejecutivos del comité de planificación estratégica de CP3. Este comité revisa todas las propuestas de inversiones relevantes que la firma valora y emite una recomendación a la dirección de la empresa sobre si un proyecto es viable o no. La composición de este comité en CP3 es la típica de estos comités en otras compañías: incluye al tesorero, al director financiero (CFO), al director de operaciones (COO) y al director ejecutivo (CEO).

Puesto que Susan necesitará en última instancia la aprobación de este comité, tiene sentido que comience por pasear su idea, aún en proceso de creación, ante uno o más de los miembros. Dado el tiempo y el esfuerzo que conlleva el análisis de una nueva oportunidad de inversión, antes de seguir adelante querrá una indicación de que el proyecto tiene una alta probabilidad de ser aprobado. Por ejemplo, podría darse que los ejecutivos de la compañía estuvieran considerando el posible cierre o venta de la operativa de empaquetado médico. Si fuera así, entonces claramente Susan no querría invertir tiempo ni energía para formar un grupo de trabajo que explore su idea en profundidad.

Después de varias conversaciones informales, Susan concluye que el nuevo sistema de manipulación de materiales tiene futuro, así que inicia el estudio. Para un proyecto tan reducido como este, Susan designa un solo analista financiero. Para proyectos mayores y más complejos, formaría un equipo compuesto por varios profesionales con las habilidades necesarias para comprender y evaluar la oportunidad de inversión.

Susan pide al analista que prepare un informe del proyecto para enviarlo formalmente al comité de planificación estratégica. La información en la Figura 1.5 es una versión abreviada de un típico informe de evaluación de inversiones. El informe contiene un análisis en profundidad del proyecto. Comienza con una lista de las diversas razones por las que el

---

<sup>10</sup>Esto no significa que todas las ideas de inversión se originen en el desarrollo del negocio. Al contrario, en una empresa saludable, las ideas de inversión surgen de cualquier punto de la empresa. Sin embargo, si la inversión es significativa, en algún momento el grupo de desarrollo de inversiones se verá involucrado.

**Figura 1.5 Formulario de solicitud de gastos****1. Resumen ejecutivo**

La planta de Austin, Texas, de CP3 Pharmaceuticals Laboratories solicita 547.000 \$ para comprar e instalar un nuevo sistema de manipulación de materiales de desecho para su operativa de empaquetado médico.



Adquirir el nuevo sistema permitirá a la planta alcanzar los siguientes objetivos:

- Reducir los desechos en las operaciones de empaquetado, con un ahorro de 300.000 \$ al año.
- Reducir el personal del área de pruebas, con un ahorro estimado de 35.000 \$ al año.
- Reciclar materiales plásticos que hasta la fecha forman parte de los desechos, con un coste de eliminación de 8.800 \$ al año.
- Obtener una tasa de retorno sobre la inversión del 20%.

**2. Propuesta y justificación**

Se espera que la unidad de empaquetado médico de CP3 produzca más de 400 millones de viales de medicamentos sin receta médica este año. El empaquetado de estos viales genera 1,5 millones de libras de residuos plásticos. De este total, un tercio puede ser reciclado, y el resto es desecho. Con el método actual, el desecho se almacena en contenedores situados al final de cada una de las seis cadenas de producción. Los contenedores se recogen cada 15 minutos y se transportan a una sala donde el desecho se tritura para su reventa o bien se transporta a la basura. A la fecha actual, el coste de eliminación de un millón de libras de plástico de desecho es de 8.800 \$.

El sistema de manipulación de materiales de desecho propuesto incluye la colocación de una pequeña trituradora al final de cada cadena de producción, para triturar el plástico y a continuación enviarlo a través de tubos de vacío a un punto de acumulación de desechos en otra área de la planta. Se puede entonces vender el desecho triturado en su totalidad por 300.000 \$ al año al tiempo que se suprime el coste de eliminación de desechos de 8.800 \$ al año.

**3. Análisis financiero**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Gasto de capital	(547.000)					
Impacto en ingreso/(gasto)						
Ingresos por desechos		300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
Ahorro de mano de obra		35.000	35.000	35.000	35.000	35.000
Reducción de costes de reciclaje		8.800	8.800	8.800	8.800	8.800
Impacto total		343.800	343.800	343.800	343.800	343.800
Menos: amortización (5 años)		(109.400)	(109.400)	(109.400)	(109.400)	(109.400)
Ingreso neto por operaciones antes de impuestos		234.400	234.400	234.400	234.400	234.400
Menos: impuestos (40%)		(93.760)	(93.760)	(93.760)	(93.760)	(93.760)
Ingreso neto por operaciones después de impuestos		140.640	140.640	140.640	140.640	140.640
Más: gastos de amortización		109.400	109.400	109.400	109.400	109.400
Menos: gastos de capital	(547.000)	—	—	—	—	—
Flujo de caja libre del proyecto (PFCF)	(547.000)	250.040	250.040	250.040	250.040	250.040
Valor actual neto (VAN)	200.773 \$					
Tiempo de retorno (años)	2,19 años					
Tasa interna de rentabilidad (TIR)	35,8%					

**4. Riesgo**

Se han probado las trituradoras y los sistemas de transporte de vacío durante más de un mes con solo dos fallos menores. Los fallos están relacionados con paradas al final de la cadena 4, que transporta algunas de las mayores piezas de desecho. Se ha tratado este problema incrementando el tamaño de la trituradora de esa cadena e instalando sensores que alerten cuando vaya a ocurrir una parada de modo que el operario pueda detener el proceso y despejar la trituradora y los tubos de vacío.

**5. Calendario del proyecto**

Se tardará tres meses en dejar el nuevo sistema instalado y funcionando, dado que la instalación debe hacerse de acuerdo con los turnos ya establecidos.

grupo cree que es probable que el proyecto tenga éxito. Además, incluye un resumen de medidas del valor del proyecto según las métricas que la compañía utiliza; en este caso, valor actual neto (VAN), tasa interna de rentabilidad (TIR) y tiempo de retorno (*payback*). (Todos estos conceptos serán detallados en los siguientes capítulos). El analista financiero que prepara el análisis también incluye el coste específico y proyecciones de los flujos de caja para reforzar las conclusiones. Estas estimaciones abarcan un periodo de cinco años, hasta 2010. (Las estimaciones detalladas se encuentran en el Problema 2.6 al final del Capítulo 2).

Si el proyecto fuese de mayor envergadura, el informe probablemente abarcaría otras cuestiones importantes. Por ejemplo, podría incluir cualquiera de las siguientes: una estimación del impacto esperado de la inversión en los resultados de CP3 para los siguientes trimestres; un análisis de varios escenarios en torno al gasto principal y los factores que influyen en los resultados, para poner de relieve los riesgos inherentes a la inversión; y una reflexión sobre cómo la empresa puede financiar el proyecto, así como cuestiones relativas a la gestión del riesgo.

Una vez el informe del análisis del proyecto llega al comité de planificación estratégica, es común que por indicación de este grupo otro analista prepare una evaluación independiente de la propuesta. Esta revisión valida las asunciones y la metodología de la valoración estimada del proyecto. Una preocupación clave relativa a la integridad del proceso es que el grupo de revisión y análisis del proyecto sea realmente independiente de los analistas que prepararon el informe original, y de los analistas asignados por la dirección para revisarlo. Además, el comité de planificación estratégica debe tener autoridad y presupuesto suficientes para llevar a cabo una valoración independiente.

## Afrontar posibles sesgos en la decisión

En el análisis de nuevas propuestas de inversión pueden darse sesgos de diversos tipos. Tomando el caso de CP3 como ejemplo, Susan y los miembros del equipo de análisis del proyecto podrían estar sesgados si reciben incentivos en caso de que el proyecto se apruebe. Ciertamente, el trabajo de Susan es encontrar buenas oportunidades para la empresa, y su bonus y hasta su puesto de trabajo pueden depender de su capacidad para conseguir que sus ideas sean aprobadas. Los sesgos también pueden aparecer en el proyecto simplemente a causa de la naturaleza humana: los psicólogos han demostrado que las personas tienden a ser excesivamente confiadas y optimistas en lo tocante a sus propias ideas.

### El papel de “jefe escéptico” del comité de planificación estratégica

A la luz de la posibilidad de sesgos a favor de las nuevas inversiones que se abren camino hasta el comité de planificación estratégica, es necesario que este comité adopte el papel de un jefe escéptico. Dicho claramente, tiene que revisar las grandes propuestas de inversión y “cazar” cualquier sesgo en el análisis que provenga de la tendencia natural de los defensores del proyecto a volverse demasiado confiados u optimistas.

Los miembros del comité de planificación estratégica tienen mucha experiencia en la evaluación de proyectos. Saben que estos a menudo se cierran con un exceso del 50% sobre el presupuesto, y rara vez con un ahorro de más del 10%. También saben que las tasas de rentabilidad obtenidas son casi siempre más bajas que las proyectadas. Con esto en mente, se requiere que el comité de planificación estratégica vigile cuidadosamente las asunciones y el análisis, y que cuestione todos los puntos. Si los controles en la empresa

funcionan correctamente, el comité de planificación estratégica debe aprobar y firmar el análisis antes de seguir adelante.

Aunque el comité de planificación estratégica revisará cuidadosamente el análisis en que se basa el proyecto, sus miembros también aportarán una perspectiva más amplia. Pueden considerar cuestiones que van más allá de las características del proyecto concreto. Por ejemplo, podrían estar valorando la posibilidad de llevarse el negocio al extranjero y cerrar la planta de Austin, y en tal caso el nuevo proyecto perdería todo el sentido.

Por último, es probable que el comité de planificación estratégica preste mucha atención a las alternativas de la empresa para financiar el proyecto. Es más probable que se apruebe si se puede sufragar internamente sin dificultad que si requiere financiación externa. Si el proyecto fuese tan grande que requiriese que la empresa emitiera deuda, la aprobación última dependería de si la alta dirección considera que es buen momento para emitir deuda, una decisión que no tiene nada que ver con las características específicas del proyecto.

Si el comité de planificación estratégica aprueba el proyecto, manda entonces la propuesta al ejecutivo que tiene atribuciones para autorizar el gasto de capital necesario para realizar la inversión. En el caso del sistema de manipulación de materiales de desecho, el director ejecutivo de CP3 es quien puede tomar la decisión. Es probable que el director ejecutivo se plantee las mismas cuestiones que el comité de planificación estratégica y se apoye en el análisis realizado por este comité.

Si el proyecto alcanza una envergadura tal que requiere la aprobación del consejo de administración, el director ejecutivo tendrá entonces que presentar el proyecto al consejo. Generalmente, si el proyecto tiene el respaldo del máximo ejecutivo de la empresa, es poco probable que el consejo rechace el proyecto, pero los miembros del consejo pueden cuestionar algunos aspectos de la estructura contractual. Por ejemplo, pueden discutir la estructura de compensación y de gestión del acuerdo, o el modo en que se financia el proyecto, especialmente si requiere el uso de deuda externa.

## 1.5. RESUMIR Y MIRAR HACIA ADELANTE

### La decisión de invertir: comentarios finales

Las reflexiones que hemos realizado sobre el proceso de decisión de una inversión desembocan en las siguientes observaciones importantes, que influirán en el contenido y la estructura del resto del libro:

- **El proceso puede ser muy costoso:** el origen, evaluación y aprobación de un proyecto es caro y consume tiempo. Por supuesto, escatimar en el análisis de proyectos importantes puede resultar aún más costoso si conduce a un fracaso o a perder oportunidades valiosas.
- **El proceso puede estar sujeto a estimaciones sesgadas del valor del proyecto, provenientes de conflictos de intereses y problemas con los incentivos.** Las personas que participan en los procesos a menudo tienen motivaciones en conflicto. Por ejemplo, es natural que los miembros del equipo que defienden una propuesta a través del proceso de aprobación se comprometan personalmente al éxito del proyecto, y como resultado sus análisis pueden estar sesgados. Además, frecuentemente hay un incentivo ligado a la aprobación del proyecto. Por ejemplo, los bonus de final de año pueden depender de conseguir estas aprobaciones. Este incentivo puede llevar fácilmente a los empleados a

plantear una perspectiva de un proyecto más optimista de lo debido. Por otra parte, los miembros de las diversas unidades de la empresa que deben analizar y aprobar el proyecto son a menudo escépticos. En el caso típico, son empleados que constituyen un grupo cuya función es detectar sesgos en el análisis de la inversión y controlar a los celosos defensores de los proyectos. Los miembros del grupo interno de control no reciben incentivos si se aprueba un proyecto, pero sí pueden sufrir consecuencias si aprueban un proyecto que termine en fracaso.

- **El proceso se ve afectado por diferencias entre la información disponible para los defensores del proyecto y para el grupo interno de control (el comité de planificación estratégica en el ejemplo anterior).** En concreto, el grupo de control en la fase II del proceso está, en general, peor informado sobre las características internas del proyecto que aquellos que lo propusieron en la fase I. En interés de la eficiencia, esta situación normalmente desembocaría en que la dirección delegara la autoridad para decidir en los gestores y defensores del proyecto, que conocen todos los detalles. Sin embargo, en la realidad los conflictos de incentivos y el sesgo natural de los defensores del proyecto requieren algún tipo de sistema de control (como el comité de revisión y planificación estratégica), y esto es exactamente lo que encontramos en la práctica del negocio.

La falta de equilibrio en la atención prestada a las tres fases de la evaluación del proyecto que se muestran en la Figura 1.4 puede tener consecuencias desastrosas para la empresa. Por ejemplo, demasiado énfasis en la fase de origen de la idea de inversión, en detrimento de la revisión por parte de la dirección, puede llevar a la empresa a adoptar proyectos de inversión con baja probabilidad de éxito. Igualmente peligrosa es una atención desproporcionada a la fase de revisión (fase II). En este caso, una precaución excesiva retiene a la empresa y le hace perder la oportunidad de inversiones nuevas y atractivas. Por último, un énfasis excesivo en la fase final del análisis puede darse si los ejecutivos intentan microgestionar la empresa. Esto puede aplastar la iniciativa de los empleados que trabajan en las fases de origen y revisión. En un caso extremo, estas fases degeneran en meros intentos de adivinar las preferencias de los altos directivos de la empresa.

## Una mirada adelante: estructura del resto del libro

Los académicos que estudian finanzas en ocasiones dejan a un lado algunas de las complejidades de las decisiones de inversión en un esfuerzo por centrarse en el núcleo de lo que determina el valor. Sin embargo, con esto podemos estar disociando lo que debería hacerse según la teoría de lo que en la práctica se hace. Por ejemplo, los académicos tienen teorías bien desarrolladas que describen de qué modo deben las empresas determinar las **tasas de descuento** con las que evalúan sus proyectos de inversión. Los ejecutivos están en gran parte al tanto de estas medidas, pero tienen **tasas críticas** corporativas (*i. e.*, tasas mínimas de rentabilidad para que un proyecto sea aceptable) que a menudo exceden por mucho las tasas de descuento que la teoría sugiere. Estas elevadas tasas críticas pueden ser utilizadas para contrarrestar el optimismo excesivo de los ejecutivos, o pueden representar objetivos ambiciosos que sirvan para motivar a los gestores. A lo largo de este libro, prestaremos atención tanto a los fundamentos de la valoración, de acuerdo con las teorías académicas, como a la complejidad del mundo real, que hace algo distinta su implementación.

Nuestro enfoque al estudiar la valoración integra el análisis de los proyectos individuales y de las empresas completas según dos dimensiones. Como se observó en la discusión de los procesos de evaluación de inversiones en este capítulo, reconocemos que la

valoración de proyectos y empresas se apoya en la misma base teórica. En los Capítulos 2 y 3 introducimos conceptos de valoración en el contexto de la más simple de las dos aplicaciones, la valoración de proyectos. En esencia, la valoración de un proyecto surge de la decisión de una empresa de crecer internamente. Pasamos entonces al análisis de un crecimiento externo, o la compra de una empresa completa, primero en el análisis del coste de capital en los Capítulos 4 y 5, y luego en la valoración de la empresa en los Capítulos 6 a 9.

En las tres últimas décadas se han desarrollado numerosos avances en la comprensión de las fuerzas económicas que gobiernan la valoración de inversiones. Al tiempo que mostramos los últimos avances en sus diversos aspectos, prestaremos especial atención a cómo las novedades más recientes en la valoración de derivados financieros, como opciones, se están utilizando en las estrategias de proyectos e inversiones. Hablaremos de estos avances recientes en los Capítulos 10 a 12.

## 1.6. RESUMEN

La valoración es algo más que descontar flujos de caja. La evaluación de nuevas oportunidades de inversión, desde el menor ejercicio de elaboración del presupuesto de capital hasta la adquisición de una empresa completa, ha recorrido un largo camino desde los días en que se prestaba atención principalmente a la estimación del valor actual neto de los flujos de caja. Aunque la importancia del valor actual neto no ha cambiado, los analistas ahora consideran un abanico más amplio de factores. Por ejemplo, cuando una empresa analiza si hacer una nueva inversión relevante, generalmente considerará las siguientes cuestiones:

- **Estimación de flujos de caja.** El primer paso al valorar una inversión es estimar los flujos de caja futuros. Hay que preguntarse cómo de afinadas son estas estimaciones, y cómo de sensibles son a cambios inesperados en el entorno económico.
- **Evaluación del riesgo.** Las principales inversiones nuevas de las compañías multinacionales a menudo comprometen fondos en regiones del mundo en vías de desarrollo. Tales inversiones típicamente comportan riesgos adicionales significativos: riesgo político, de precio de materias primas, de tipo de interés y de tipo de cambio. El riesgo debe ser evaluado y gestionado, y juega un papel importante al determinar el tipo al que se descontarán los flujos de caja, así como al decidir la financiación del proyecto de inversión.
- **Oportunidades de financiación.** La financiación puede suponer una importante fuente de valor para un proyecto, y puede ser un factor determinante del coste de capital de la inversión.
- **Efectos en los resultados del ejercicio.** Aunque son los flujos de caja que la inversión genera los que crean el valor de una inversión, los gestores están muy atentos a cómo afecta un proyecto a los resultados. En la práctica, el efecto de una inversión en los resultados de una empresa tiene una enorme influencia en la decisión última de abordarla.
- **Inversiones por etapas.** La decisión de emprender una inversión esencialmente supone adquirir la “opción” de invertir en etapas posteriores del proyecto (suponiendo que las etapas intermedias hayan resultado fructíferas). Así, los analistas pueden usar técnicas de valoración de opciones para evaluar si posponer, acelerar o cancelar inversiones futuras.

- **Oportunidades de inversiones adicionales.** Las inversiones previas son una fuente primaria de nuevas oportunidades de inversión. Así, es necesario considerar el impacto de los grandes proyectos de inversión en la aparición de oportunidades futuras.

Reconocemos de entrada que el análisis de inversiones es difícil de llevar a cabo con acierto. Incluso los gestores mejor intencionados pueden cometer errores, ya sea por los sesgos psicológicos que tienden a volverlos demasiado optimistas, o porque las valoraciones de los proyectos plantean problemas difíciles que no siempre se comprenden bien. En consecuencia, es esencial que la empresa tenga un proceso bien diseñado que incorpore un sistema apropiado de equilibrio de poderes. Más aún, insistimos en la necesidad de presionar constantemente para obtener una cuantificación, incluso en presencia de cuestiones difíciles que dificulten la medición.

## PALABRAS CLAVE

Adquisición  
Análisis de inversiones  
Analista financiero  
Crecimiento externo  
Crecimiento interno  
Deuda sin posibilidad de recurso  
Entidades con fines especiales (EFE)  
Estimación de flujos de caja  
Evaluación del riesgo  
Fusión  
Ingreso residual  
Inversión por etapas  
Optimismo  
Sesgo  
Sinergias de marketing  
Sinergias de producción  
Tasa interna de rentabilidad (TIR)  
Tasas críticas  
Tasas de descuento  
Tiempo de retorno (payback)  
Valor actual neto (VAN)  
Valor económico añadido (EVA)  
Valoración de empresas  
Valoración de inversiones  
Valoración de opciones  
Valoración de proyectos





# Análisis de proyectos mediante el descuento de flujos de caja (DCF)

La idea clave que subyace a la aplicación del análisis mediante el descuento de flujos de caja (DCF, por sus siglas en inglés) para valorar empresas y proyectos es que los flujos de caja que se reciben en diferentes momentos tienen valores distintos, y que solo se pueden agregar después de ser ajustados por el valor temporal del dinero. Esta idea, central en la teoría y práctica de la valoración, debe ser dominada antes de que podamos avanzar hacia conceptos más sofisticados. Las raíces del análisis DCF se remontan al menos hasta el tiempo de la antigua Grecia, cuando se calculaban y utilizaban el interés simple y el compuesto. La aplicación actual del DCF tiene su origen en la obra fundamental de Irving Fisher<sup>1</sup> y Joel Dean<sup>2</sup>, que popularizaron la aplicación del análisis mediante descuento de flujos de caja en la presupuestación de capital.

En esta sección (Capítulos 2 y 3) expondremos los fundamentos del análisis DCF, que ha sido el pilar de los analistas financieros desde la década de 1950 y continúa siendo lo que la mayor parte de los profesionales tiene en mente al pensar en valoración de proyectos y empresas. Aunque el análisis DCF a menudo se simplifica en exceso al

<sup>1</sup> Irving Fisher, *The Nature of Income and Capital* (Nueva York: Macmillan, 1906), *The Rate of Interest: Its Nature, Determination and Relation to Economic Phenomena* (Nueva York: Macmillan 1907) y *The Theory of Interest: As Determined by Impatience to Spend Income and Opportunity to Invest it* (Nueva York: Macmillan, 1930).

<sup>2</sup> Joel Dean, *Capital Budgeting* (Nueva York: Columbia University Press, 1951).

presentarlo en las aulas, en la práctica su aplicación correcta puede volverse confusa debido a las dificultades que surgen al calcular los flujos de caja. El Capítulo 2 aborda los problemas que se encuentran al definir y estimar los flujos de caja y revisa el enfoque estándar de los libros de texto al DCF. El Capítulo 3 contiene un análisis detallado de la estimación de los flujos de caja futuros. Utilizamos dos enfoques básicos que sirven para evaluar la incertidumbre en flujos de caja futuros, que incluyen el análisis de sensibilidad del punto muerto y la simulación de Montecarlo.

# Proyectar y valorar flujos de caja

## Presentación del capítulo

**E**l análisis mediante descuento de flujos de caja (DCF) es un elemento clave de cualquier curso de valoración. Este capítulo, que presenta el proceso para aplicar el análisis DCF, describe la relación entre los flujos de caja y las cifras de los estados financieros de la empresa. Primero definimos el flujo de caja para los accionistas y luego el flujo de caja disponible para su distribución a acreedores y propietarios de activos. Tras definir los flujos de caja, presentamos un ejemplo ilustrativo de proyección de flujos de caja que se centra en el proceso de relacionar las unidades que se venden y los costes e ingresos unitarios con los flujos de caja de la inversión. Por último, el capítulo explica la mecánica del descuento de flujos de caja de la inversión para estimar el valor de un proyecto.

## 2.1. DESCUENTO DE FLUJOS DE CAJA Y VALORACIÓN

La idea que subyace a la valoración mediante DCF es sencilla: el valor de una inversión viene determinado por la magnitud y el calendario de llegada de los flujos de caja que se espera que genere. El enfoque de valoración DCF sienta las bases para evaluar el valor de estos flujos de caja, y en consecuencia es una piedra angular del análisis financiero.

¿Cómo encaja el análisis DCF en el proceso global de evaluación de una inversión descrito en el capítulo anterior? Recordemos que habíamos definido el proceso de valoración de una inversión mediante tres fases de análisis que se desglosaban a su vez en ocho pasos clave (resumidos en la Figura 1.4). El objetivo de este capítulo y el siguiente está en el paso 2 de la primera fase: estimar el valor de la inversión, o “hacer los números”.

Generalmente se atribuye a Joel Dean (1951) la popularización del DCF para el análisis de proyectos. Sin embargo, las raíces del análisis del DCF son más lejanas. Por ejemplo, las matemáticas financieras se remontan a los primeros trabajos de Leonardo de Pisa (también conocido como Fibonacci) en 1202. Generaciones de licenciados en escuelas de negocios han hecho del DCF una de las armas más extendidas en el arsenal del profesional financiero de hoy.

### ¿Sabía usted?

**Predecir es difícil: incluso los expertos tienen dificultades para adivinar las tendencias del mercado.**

Predecir el futuro es complejo, especialmente cuando se trata de nuevas tecnologías, como atestiguan las siguientes citas del Pabellón de las Predicciones Ilustres:

“Creo que habrá mercado para unos cinco ordenadores en todo el mundo”.

*Thomas Watson, presidente de IBM, 1943.*

“No hay ninguna razón por la que alguien pueda querer un ordenador en su casa”.

*Ken Olson, presidente y fundador de Digital Equipment Corporation, 1977.*

“640K deben ser suficientes para cualquier persona”.

*Bill Gates, 1981.*

## Ejemplo: El túnel de lavado

Para ilustrar el papel de las valoraciones DCF en el análisis de una oportunidad de inversión, supongamos que usted quiere invertir en un túnel de lavado. El túnel de lavado genera flujos de caja de entrada cada vez que un cliente lava su coche, y flujos de caja de salida cuando el negocio compra suministros, paga impuestos y sueldos, etc. Además, habrá momentos en que haya que reparar la maquinaria, lo que supondrá flujos de caja de salida inesperados.

Ahora supongamos que usted abre una cuenta bancaria para el negocio, y que los ingresos de caja entran en la cuenta y los desembolsos salen de ella. Tras un año de funcionamiento, ha llegado a un balance de caja de, digamos, 10.000 \$ después de pagar todas las facturas (incluidas las reparaciones de la maquinaria). Si asumimos por el momento que el dinero empleado en la inversión del túnel de lavado no proviene de préstamos, entonces tiene 10.000 \$ que puede distribuirse a sí mismo como único propietario del túnel de lavado. Este dinero puede gastarlo en este momento, al final del primer año de funcionamiento. Mirando hacia adelante, al segundo año, el tercero y los siguientes, y realizando un cálculo similar, podemos determinar los flujos de caja futuros, computados después de pagar todos los gastos operativos de la empresa y teniendo en cuenta todos los gastos de capital adicionales. Estos flujos de caja son el elemento clave que determina el valor del negocio.

## El proceso de DCF en tres etapas

A partir del ejemplo elemental del túnel de lavado, podemos desarrollar un proceso DCF que tenga en cuenta el calendario de flujos de caja. En concreto, el empleo de la valoración DCF comporta un proceso en tres pasos, como se ilustra en la Figura 2.1: El primer paso incluye proyectar (anticipar) el importe y la fecha de llegada de las facturas (o los pagos) de los flujos de caja futuros. Aquí la pregunta básica es: ¿cuánto dinero se espera que genere el proyecto, y cuándo? Este paso es el objetivo principal de este capítulo y el Capítulo 3. Constituye el trabajo pesado en la evaluación de proyectos, porque el futuro nunca se puede conocer con certidumbre y a menudo hay que hacer las proyecciones con pocos o ningún dato histórico que guíe el análisis.

En el segundo paso, el analista debe determinar cuál es la tasa apropiada para descontar al presente los flujos de caja futuros. La cuestión fundamental aquí es: ¿cuánto riesgo tienen los flujos de caja futuros? Este punto es un elemento central en finanzas, y lo abordamos en los Capítulos 4 y 5. La idea de riesgo se captura en la tasa de descuento (la tasa utilizada para calcular el valor actual de los flujos de caja futuros), pero por ahora asumiremos simplemente que las tasas de descuento son conocidas.

Por último, el paso 3 consiste en el proceso mecánico de descuento de flujos de caja futuros al presente. Aunque dejamos los detalles de este análisis para los manuales de introducción a las finanzas<sup>1</sup>, ofrecemos una breve revisión de conceptos en la Sección 2.4.

<sup>1</sup>Por ejemplo, Arthur J. Keown, John D. Martin, J. William Petty y David F. Scott, Jr., *Financial Management: Principles and Practices*, 10.ª ed. (Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2005), Capítulo 5.

**Figura 2.1 Pasos para realizar un análisis mediante descuento de flujos de caja**

PASOS	VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN
<p><b>Paso 1:</b> Predecir el importe y el calendario de los flujos de caja futuros. <i>¿Cuánto dinero se espera que genere el proyecto, y cuándo?</i></p>	Proyectar el flujo de caja futuro.
<p><b>Paso 2:</b> Estimar una tasa de descuento adecuada al riesgo (cubierto en los Capítulos 4 y 5). <i>¿Cuánto riesgo tienen los flujos de caja futuros, y qué esperan recibir los inversores por proyectos de riesgo similar?</i></p>	Combinar la tasa de descuento de la deuda y los recursos propios (coste medio ponderado del capital, WACC).
<p><b>Paso 3:</b> Descontar los flujos de caja. <i>¿Cuál es el valor actual “equivalente” a los flujos de caja futuros de la inversión esperados?</i></p>	Descontar el PFCF utilizando el WACC para estimar el valor del proyecto en su conjunto.

## 2.2. DEFINICIÓN DE FLUJOS DE CAJA DE INVERSIÓN

Llegar a una estimación del valor de una inversión mediante un análisis DCF requiere que el analista comprenda en profundidad sus flujos de caja asociados. En esta sección expondremos tres puntos clave relativos a la definición correcta de los flujos de caja de la inversión:

1. ¿Qué flujos de caja son relevantes para la valoración de un proyecto o una inversión?
2. ¿Son las proyecciones de los flujos de caja conservadoras u optimistas?
3. ¿Cuál es la diferencia entre los recursos propios y los flujos de caja del proyecto?

Las equivocaciones al abordar estos tres puntos han introducido bastante confusión en la aplicación del análisis DCF.

### Flujos de caja relevantes

Como primer paso al determinar el valor de una inversión, debemos identificar los flujos de caja relevantes. A menudo se los denomina flujos de caja incrementales, dado que para la empresa son flujos de caja añadidos provenientes de la inversión. Incluyen los flujos de caja generados directamente por la inversión, así como los efectos indirectos que esta puede tener sobre el resto de líneas de negocio de la empresa. Por ejemplo, cuando Frito-Lay evalúa la introducción de un nuevo sabor de la marca Tortilla Chips de Doritos® (por ejemplo, lima), los ingresos y costes proyectados del nuevo producto son críticos para el análisis. No obstante, es igualmente crítico en qué medida las ventas del nuevo producto pueden canibalizar (robar ventas) a otros productos existentes (como los Tortilla Chips

con sabor Doritos Nacho Cheese® o los Tortilla Chips con sabor Doritos Cool Ranch®). Esto se debe a que para obtener los verdaderos flujos de caja netos o incrementales hay que restar el efecto de la canibalización. Véase el recuadro de Consejos del profesional para conocer el análisis del flujo de caja incremental de Frito-Lay's en tres pasos.

Un error común en el cálculo de los flujos de caja incrementales tiene que ver con lo que se conoce como “costes hundidos”. Los costes hundidos son gastos que o bien ya se han realizado, o bien hay que realizar independientemente de que la empresa siga adelante con la inversión. Como resultado, los costes hundidos no son costes incrementales, y por tanto no deberían considerarse en el análisis de la inversión.

Por ejemplo, supongamos que Merck ha invertido previamente 10 millones de dólares en la investigación y desarrollo de una nueva metodología para extraer células madre de células de donantes adultos que no requiere el uso de embriones. El procedimiento parece muy prometedor para el desarrollo de tratamientos contra el cáncer; sin embargo, no consigue proporcionar ninguna mejora significativa ante tratamientos menos caros y más convencionales durante los ensayos clínicos. Supongamos que los investigadores de Merck a continuación desarrollan un modo de aplicar el nuevo procedimiento para llevar a cabo de modo más eficiente los trasplantes de embriones de terneras y vacas lecheras. Al calcular el valor de una inversión asociada con la comercialización de este procedimiento, ¿cómo debería tratar Merck el gasto original de 10 millones de dólares en I+D?

En general, los costes de investigación y desarrollo (incurridos en el pasado) deberían considerarse costes hundidos y no relevantes para el análisis del valor de comercializar el proyecto de trasplantes de embriones de ganado. Sin embargo, la investigación pasada podría volverse relevante si Merck recibe una oferta de Pfizer para comprar la tecnología por 8 millones de dólares bajo la condición de que Merck ceda todos los derechos de desarrollar y aplicar esta tecnología en el futuro. En este caso, el coste relevante para Merck por reutilizar la tecnología para aplicarla al trasplante de embriones de ganado es ahora igual a los 8 millones de dólares ofrecidos por Pfizer (suponiendo que esta es la mejor oferta), pero no a los 10 millones que Merck invirtió en I+D para desarrollar la metodología. La razón es que los 10 millones originales ya han sido gastados y no se pueden recuperar.

Sin embargo, si Merck sigue planeando aplicar la tecnología al mercado de trasplantes de embriones, tendrá que renunciar a la oportunidad de vender la tecnología a Pfizer por 8 millones de dólares. Claramente, los 8 millones representan un coste de oportunidad para Merck<sup>2</sup>.

La identificación de los flujos de caja relevantes en ocasiones puede ser muy compleja, como ya hemos ilustrado. Sin embargo, es crítico que para la valoración del proyecto solo se consideren los ingresos y costes incrementales que resulten directamente de la decisión de la empresa de abordar la inversión.

## Flujos de caja conservadores y optimistas

Cuando los académicos hablan sobre valorar una inversión descontando flujos de caja, generalmente asumen que los flujos de caja son “esperados”. En el sentido estadístico, asumen que los gerentes estiman los flujos de caja que la empresa espera recibir en varios es-

---

<sup>2</sup>Una forma sencilla de identificar los costes incrementales es tomar la diferencia entre los flujos de caja que habría si el proyecto se abordase y los flujos de caja disponibles que habría si el proyecto se rechazase. Por ejemplo, el gasto de 10 M\$ en I+D ocurriría en ambos casos (proyecto aprobado o rechazado), mientras que la pérdida de 8 M\$ (coste de oportunidad) solo aparecería si el proyecto fuese rechazado (y la tecnología vendida a Pfizer).

**C O N S E J O S   D E L**  
**P R O F E S I O N A L**
**Flujos de caja relevantes y  
canibalización de ingresos**

Frito-Lay, una de las cuatro divisiones de PepsiCo, Inc., es actualmente el líder de mercado en patatas fritas y otros aperitivos salados. Como consecuencia, cuando en Frito-Lay evalúan un nuevo aperitivo salado, constatan que una parte de las ventas del nuevo producto provendrán de las ventas perdidas en productos existentes (*i. e.*, canibalización de ingresos). Este desafío es común en empresas maduras con amplias cuotas de mercado. La evaluación de los flujos de caja incrementales es, por tanto, un asunto de importancia extrema para Frito-Lay y ha llevado a la compañía a desarrollar un enfoque formal para medir los efectos incrementales de nuevos productos en los flujos de caja de la empresa.

En Frito-Lay utilizan el siguiente enfoque en tres pasos cuando estiman los flujos de caja incrementales:

**Paso 1:** Estimar el ingreso total que el producto generará.

**Paso 2:** Estimar qué porcentaje del ingreso es realmente incremental.

**Paso 3:** Estimar el flujo de caja incremental.

Para estimar el porcentaje del ingreso que es incremental, clasificamos los nuevos productos en tres tipos. El primer tipo contiene proyectos que tienen una alta probabilidad de canibalizar las ventas de productos existentes. Ejemplos de esto serían productos tales como un nuevo sabor de Tortilla Chips de la marca Doritos®. La previsión aquí es que solo un reducido porcentaje de las ventas de este tipo de producto puede ser considerado como ventas incrementales, y el resto proviene de reducciones en las ventas de otros productos existentes. El segundo tipo de producto tiene el potencial de conseguir espacio adicional en las estanterías de los supermercados, porque aporta algún beneficio novedoso (por ejemplo, patatas al horno). Para este tipo de producto, Frito-Lay asigna un porcentaje mayor de los ingresos como verdaderas ventas incrementales. Finalmente, el tercer tipo de producto, como la línea natural de Frito-Lay, brinda la oportunidad de entrar en nuevos canales o conseguir espacio adicional en las estanterías de otras secciones del supermercado. Estos productos suponen el riesgo más bajo de canibalización y por tanto se les asigna el mayor porcentaje de ventas incrementales.

\*Este ejemplo está basado en una entrevista con Keith Crider, gerente financiero de nuevos productos de Frito-Lay, Dallas, Tx.

cenarios, y los suman después de ponderarlos por sus probabilidades de ocurrencia. Por ejemplo, si un gerente espera generar un flujo de caja de 50.000 \$ o de 100.000 \$, cada uno con una probabilidad del 50%, el flujo de caja esperado es de 75.000 \$. En teoría, la empresa debería descontar estos flujos de caja esperados, como señalamos en la Figura 2.1, usando un tipo de interés ajustado al riesgo de los flujos de caja. (Diremos más sobre cómo se estiman estos tipos en los Capítulos 4 y 5). En la práctica, sin embargo, las proyecciones de los flujos de caja que usan los gerentes frecuentemente no coinciden con los flujos de caja esperados que los académicos describen en la teoría. Dependiendo de la situación, las proyecciones que hacen los gerentes pueden ser demasiado conservadoras o demasiado agresivas. A veces estos sesgos existen como consecuencia de los incentivos gerenciales; otras veces surgen sesgos optimistas por un exceso de confianza de los gerentes. (Véase el

**¿Sabía usted?****Los hombres pecan más que las mujeres de exceso de confianza**

Los psicólogos han demostrado que los hombres tienden a ser más confiados que las mujeres en algunos contextos, incluyendo los que involucran predicciones financieras. Un estudio de Barber y Odean\* muestra que, como inversores individuales, los hombres tienden a realizar más operaciones que las mujeres (lo que muestra más confianza), ¡pero con peores resultados!

\* Brad M. Barber y Terrance Odean, "Boys Will be Boys: Gender Overconfidence and Commons Stock Investment", *The Quarterly Journal of Economics*, febrero de 2001.

recuadro de Consejos de comportamiento titulado "Exceso de confianza").

Para comprender cómo los gerentes proyectan los flujos de caja en la práctica, es útil reconsiderar el proceso de inversión descrito en el Capítulo 1 y contemplar los incentivos de los diferentes actores que participan en las proyecciones. Supongamos, por ejemplo, que usted propone una inversión para gestionarla usted mismo, y que sus proyecciones de flujos de caja servirán como objetivos futuros que influirán en su bonus. Si este es el caso, entonces quizá optaría por proyecciones relativamente conservadoras. Ahora imagine que usted recibe un bonus por identificar una oportunidad de inversión prometedoras que la firma decide abordar. Cuando este es el caso, usted optará por proyecciones relativamente optimistas.

Creemos que los altos directivos pueden animar a sus gerentes a elaborar proyecciones que representen flujos de caja deseados, más que esperados, porque suponen objetivos futuros que pueden servir como motivación cuando el proyecto esté en marcha. También observamos proyecciones basadas en el siguiente razonamiento: "si todo va según lo planeado, estos son los flujos de caja que esperamos conseguir". Estos flujos de caja optimistas ignoran los fallos diversos e imprevistos que surgen cuando el proyecto se lleva a la práctica. Cuando evalúan los flujos de caja deseados, las empresas deberían usar tasas de descuento muy elevadas para compensar la diferencia entre la realidad y los sueños.

**C O N S E J O S   D E   C O M P O R T A M I E N T O****Exceso de confianza**

Los estudios psicológicos demuestran que la mayor parte de la gente tiene un exceso de confianza respecto a sus capacidades, y tiende a ser optimista respecto al futuro. Por ejemplo, un estudio descubrió que la mayoría de las personas se consideran conductores mejores que la media, aunque por definición sabemos que la mitad está por encima y la mitad por debajo de ella\*. ¿Son los ejecutivos propensos a ser más o menos optimistas y confiados que el individuo promedio? Podríamos argumentar que es probable que sean más optimistas y excesivamente confiados. Los psicólogos sostienen que tendemos a estar sujetos a lo que llaman el sesgo de autoatribución, lo que significa que queremos atribuir las cosas buenas que suceden a nuestros propios esfuerzos y capacidades. Esto sugiere que es probable que los altos ejecutivos atribuyan su éxito a sus propias capacidades, más que a estar en el sitio correcto en el momento justo, y por tanto pueden ser excesivamente confiados sobre su éxito en el futuro. También es probable que los gerentes más optimistas sean los que más trabajen (porque tienen más expectativas de ser ascendidos), lo que sugiere que la gente optimista tiene más probabilidades de ser promocionada. Lo que todo esto significa es que incluso los ejecutivos mejor intencionados que se proponen estimar los flujos de caja esperados más realistas pueden terminar haciendo proyecciones excesivamente optimistas.

\* Ola Svensson, "Are we less risky and more skillful than our fellow drivers?" *Acta Psychologica* 47 (1981), 143-148.



Veamos dos ejemplos donde observaremos la diferencia entre los flujos de caja deseados y los esperados en las inversiones en mercados emergentes y capital riesgo. En ambos casos, la empresa puede tener un socio estratégico, *i. e.*, el gobierno de un país en desarrollo en un caso y un empresario en el otro, que puede preferir un plan de negocio que no abunde en detalles sobre los posibles contratiempos que podrían surgir. Por ejemplo, en una propuesta de capital riesgo con el Gobierno de Venezuela, quizá usted no quiera explicitar la posibilidad de un colapso en el régimen actual. Más bien puede que prefiera calcular los flujos de caja deseados e introducir el riesgo de colapso mediante un ajuste en la tasa de descuento requerida. De manera similar, como responsable del capital riesgo, podría no querer expresar de forma explícita una falta de confianza en la viabilidad del nuevo producto del empresario, pero de nuevo podría ajustar el optimismo de los flujos de caja deseados requiriendo una tasa de descuento muy elevada para compensar la diferencia entre la realidad y los sueños. Volveremos sobre los flujos de caja deseados en el Capítulo 8; para este capítulo, asumiremos que todos los flujos de caja que se estiman son los esperados.

### Flujo de caja disponible de recursos propios frente a flujo de caja disponible del proyecto

No olvide que el flujo de caja de un proyecto de inversión es simplemente la suma de las entradas y salidas de caja del proyecto. Sin embargo, como ya hemos señalado, los analistas habitualmente estructuran su evaluación de los flujos de caja de la inversión utilizando estados financieros proyectados, comúnmente conocidos como estados proforma, para el proyecto o la empresa que se está valorando. Esto es, elaboran su análisis proyectando en primer lugar los ingresos (siguiendo la contabilidad de devengo, véase el recuadro de Consejos técnicos) y luego empleando esta información para calcular los flujos de caja del proyecto.

En la valoración de proyectos se utilizan dos definiciones fundamentales de flujo de caja, y consideraremos ambas en las páginas siguientes. La primera, el **flujo de caja disponible de recursos propios (EFCF, por sus siglas en inglés)**, se centra en el flujo de caja que se puede distribuir entre los accionistas comunes de la empresa. En consecuencia, el EFCF se utiliza para valorar la parte del proyecto destinada a recursos propios. La segunda definición es el **flujo de caja disponible del proyecto (PFCF, por sus siglas en inglés)**. Esta definición combina los flujos de caja disponibles para distribuir entre los acreedores y los propietarios de activos de la empresa. El PFCF es la base para estimar el valor del proyecto en su conjunto (combinando los derechos sobre recursos propios y deuda). La distinción entre estimar el EFCF y el PFCF es crucial, y los analistas frecuentemente utilizan la definición errónea. Volveremos sobre esta distinción repetidas veces a lo largo del libro.

### Flujo de caja disponible de recursos propios (EFCF) en un proyecto financiado sólo con recursos propios

Para simplificar la explicación, empezamos por evaluar el flujo de caja que genera un proyecto totalmente financiado por el propietario, esto es, financiado sólo con recursos propios, o desapalancado<sup>3</sup>. El proyecto no recibirá ningún flujo de entrada de las ganancias de la deuda emitida, ni se le exigirá que haga pagos de principal e intereses en el futuro.

<sup>3</sup>Se suele utilizar el término “apalancamiento financiero” para referirse al uso de la financiación de la deuda (en Estados Unidos, *financial leverage*; en el Reino Unido, *financial gearing*). La idea detrás de este término es que financiar la deuda amplifica el rendimiento obtenido a partir de la inversión de recursos propios, in-

## CONSEJOS

### TÉCNICOS

#### Contabilidad de devengo y en valores de caja

El ingreso contable no es igual al flujo de caja, puesto que se calcula utilizando el principio del devengo. A diferencia de la contabilidad en valores de caja, la contabilidad de devengo distingue entre el apunte de costos y beneficios asociados con actividades económicas y los pagos e ingresos efectivos. Por ejemplo, en la contabilidad de devengo, los ingresos se reconocen (se apuntan) cuando se ganan, no cuando el dinero cambia efectivamente de manos. Del mismo modo, en la contabilidad de devengo, los gastos se asocian a los ingresos que ayudaron a generar, en lugar de ser apuntados cuando el dinero se paga efectivamente.

¿Por qué la contabilidad de devengo en lugar de la de valores de caja? La demanda de información financiera periódica por parte de los inversores para evaluar el desempeño durante el periodo (por ejemplo, el trimestre) creó la necesidad del sistema de devengo. El problema con la contabilidad en valores de caja es que los desembolsos de dinero realizados en un periodo pueden tener impacto en los ingresos y beneficios en varios periodos futuros. La contabilidad de devengo se diseñó para asociar gastos con ingresos. Por ejemplo, el coste de una maquinaria esencial que estará en funcionamiento durante varios años se distribuye en múltiples ejercicios, en lugar de ser registrado por completo en el periodo en que se compró. La contabilidad en valores de caja registraría el coste de la maquinaria, lo que distorsionaría el desempeño real de la empresa durante el periodo.

De ahora en adelante, añadiremos el término “disponible” a nuestras definiciones de flujo de caja. La idea no es que el flujo de caja esté en ningún sentido libre de coste. Por el contrario, disponible se refiere al hecho de que el flujo de caja en cuestión es utilizable, que no se necesita para ningún propósito concreto. El flujo de caja es igual al importe total que queda después de pagar todos los gastos, incluyendo todas las inversiones adicionales en el proyecto. La empresa puede en ese momento distribuir el dinero restante, puesto que, por definición, no lo necesita. En consecuencia, nuestros cálculos de flujos de caja resultan en una cifra libre de cualquier embargo o compromiso, y que puede por tanto ser distribuida a las fuentes de capital que se emplearon para financiar la inversión. Así, el EFCF representa el dinero producido por el proyecto que puede ser distribuido entre los titulares de los recursos propios de la empresa. Esta distribución puede tomar la forma de dividendos en efectivo o recompra de acciones.

Utilizando la cuenta de resultados, podemos calcular el EFCF para un proyecto financiado sólo con recursos propios, como se muestra en la Figura 2.2. El EFCF resultante para la empresa desapalancada representa el flujo de caja remanente después de pagar los gastos operativos e impuestos de la empresa, así como todas las nuevas inversiones en instalaciones y maquinaria (CAPEX) y la variación en el capital circulante neto (WC). Nótese que, dado que la empresa está desapalancada, tanto el gasto por intereses como los pagos de principal y el ingreso por las emisiones de deuda son iguales a cero.

crementando el rendimiento de los recursos propios cuando el proyecto va bien y reduciéndolo cuando el proyecto va mal. Ilustramos esto en el recuadro de Consejos técnicos de la sección Flujo de caja disponible del proyecto (PFCF).

**Figura 2.2** Cálculo del flujo de caja disponible de recursos propios (EFCF) para un proyecto financiado sólo con recursos propios, utilizando la cuenta de resultados

	Ingresos
<b>Menos:</b>	Coste de los bienes vendidos
<b>Igual:</b>	<i>Ingresos brutos</i>
<b>Menos:</b>	Gastos operativos (excluyendo gastos de amortización)
<b>Igual:</b>	<i>Resultado bruto de explotación (EBITDA)</i>
<b>Menos:</b>	Amortización (DA)
<b>Igual:</b>	<i>Beneficio neto operativo o beneficio antes de intereses e impuestos (EBIT)</i>
<b>Menos:</b>	Gastos financieros o intereses ( <b>igual a cero en un proyecto desapalancado</b> )
<b>Igual:</b>	<i>Beneficio antes de impuestos (EBT)</i>
<b>Menos:</b>	Impuestos
<b>Igual:</b>	<i>Beneficio neto (NI)</i>
<b>Más:</b>	Amortización (DA)
<b>Menos:</b>	Gastos de capital (CAPEX)
<b>Menos:</b>	Incrementos en el capital circulante neto (WC)
<b>Menos:</b>	Pagos de principal de la deuda ( <b>igual a cero en un proyecto desapalancado</b> )
<b>Más:</b>	Ingreso por nuevas emisiones de deuda ( <b>igual a cero en un proyecto desapalancado</b> )
<b>Igual:</b>	<i>Flujo de caja disponible de recursos propios (EFCF)</i>

Alternativamente, podemos escribir una ecuación para calcular el EFCF de la empresa desapalancada del siguiente modo:

$$EFCF_{\text{Empresa desapalancada}} = EBIT(1 - T) + DA - WC - CAPEX. \quad (2.1)$$

<b>Acrónimo</b>	<b>Definición</b>
<i>EBIT</i>	Beneficio neto operativo
<i>EBIT(1 - T)</i>	Beneficio neto operativo después de impuestos (NOPAT)
<i>T</i>	Tasa de impuestos
<i>DA</i>	Gasto por amortización
<i>WC</i>	Variación en el capital circulante neto
<i>CAPEX</i>	Gastos de capital por propiedades, instalaciones y equipo

Reconocerá varios de los parámetros de la Ecuación 2.1 a partir de sus conocimientos de la cuenta de resultados de una empresa. Sin embargo, algunos de ellos merecen una explicación más detallada. A continuación describimos estos parámetros de la definición del EFCF.

**Gasto por amortización (DA).** Como recordará de los cursos de contabilidad, los gastos de amortización no representan desembolsos reales. En su lugar, surgen del principio de correlación de ingresos y gastos, que establece que los gastos deben asociarse con los ingresos siempre que sea razonable y viable. Por tanto, las empresas usan el gasto de deprecia-

ción para asociar los gastos provenientes de activos de larga duración (como instalaciones, maquinaria y equipo) con los ingresos que contribuyen a generar. No obstante, el desembolso real de dinero pudo haberse dado muchos años atrás, cuando se compraron los activos. Por tanto, la asignación del coste original a los ingresos en la forma de gastos de amortización no representa un desembolso real de dinero.

Dado que la hacienda pública exige que los gastos por activos de larga duración sean diferidos (*i. e.*, amortizados, dependiendo del tipo de activo) y contrapuestos a ingresos a lo largo de su vida útil, y dado que estos gastos son deducibles de impuestos, los incluimos en el cálculo del flujo de caja disponible. Primero los restamos al calcular los ingresos gravables, y luego los añadimos de nuevo a los ingresos después de impuestos para calcular el flujo de caja. El resultado neto es que añadimos un importe al EFCF igual a lo ahorrado en impuestos en el gasto de amortización<sup>4</sup>.

**Gastos de capital (CAPEX).** Para mantener la capacidad productiva y permitir el crecimiento de los flujos de caja futuros, la empresa debe hacer inversiones periódicas en activos nuevos de larga duración, a los que normalmente se conoce como propiedades, instalaciones y equipo (o activos fijos). Esto incluye elementos como la expansión de la capacidad de una instalación o la sustitución de equipo viejo. Estos gastos se agrupan bajo el nombre de “gastos de capital”, con el acrónimo CAPEX.

El CAPEX se puede calcular analizando de qué modo las propiedades, instalaciones y equipo netos (PPE netos) en el balance cambian a lo largo del tiempo; por ejemplo, considere el cambio en PPE netos de 2008 a 2009<sup>5</sup>:

PPE netos (2008)  
Menos: Gasto de amortización (2009)  
Más: CAPEX (2009)  
Igual: PPE netos (2009)

Por tanto, el CAPEX para 2009 se puede calcular como sigue<sup>6</sup>:

$$CAPEX (2009) = PPE \text{ netos} (2009) - PPE \text{ netos} (2008) + \text{Gasto de amortización} (2009).$$

Basándonos en la relación anterior, es obvio que el gasto de capital de un año concreto está relacionado con el gasto por amortización de la empresa para ese año, pero los importes en general no serán iguales. ¿Por qué son diferentes? El gasto por amortización viene determinado por los gastos anteriores de la empresa en instalaciones y equipo, que

<sup>4</sup>Si definimos el EBITDA como ingresos antes de intereses, impuestos y amortización, o EBIT + DA, podemos reformular la expresión del EFCF de la Ecuación 2.1 como sigue:

$$EFCF_{\text{Empresa desapalancada}} = (EBITDA - DA)(1 - T) + DA - WC - CAPEX$$

o, reordenando términos,

$$EFCF_{\text{Empresa desapalancada}} = EBITDA (1 - T) + T \cdot DA - WC - CAPEX,$$

donde  $T \cdot DA$  representa el ahorro de impuestos que se acumula a partir del gasto por amortización.

<sup>5</sup>Los PPE netos son iguales a la diferencia en el coste acumulado de todas las propiedades, instalaciones y equipo (PPE brutos) menos la amortización acumulada para esos activos.

<sup>6</sup>Predecir el CAPEX utilizando esta relación requiere que estimemos el cambio en los PPE netos para 2009 y el gasto por amortización. Habitualmente, esto involucra relacionar las variaciones en los PPE netos y las variaciones predichas en los ingresos del proyecto.

se amortizan o compensan con los ingresos de la empresa durante toda la vida de las instalaciones y del equipo. El importe del gasto de amortización queda determinado por el importe que la empresa ha gastado en el pasado y por las normas de contabilidad e impuestos. Los gastos de capital, por su parte, reflejan los gastos del periodo en curso por las PPE nuevas<sup>7</sup>. El importe del CAPEX en un periodo dado refleja la cantidad de instalaciones y equipo que se deteriora físicamente y necesita sustitución, en combinación con la demanda de ingresos crecientes, que requiere capacidad añadida de instalaciones y equipo. Por ejemplo, cuando una empresa prevé oportunidades de crecimiento, gasta más en activos de larga duración que el importe que amortiza en los activos viejos. El importe del CAPEX también puede exceder el gasto de amortización si aumenta el coste de los activos nuevos, o si los activos existentes se amortizan más despacio que la velocidad a la que los activos físicamente se deterioran. De forma similar, hay situaciones en las que el CAPEX puede ser inferior al gasto por amortización. Por tanto, en general, no debemos esperar que el CAPEX y el gasto por amortización de la empresa sean iguales.

**Variación en el capital circulante neto (WC).** Igual que una empresa debe invertir en propiedades, instalaciones y equipo, también debe hacerlo en activo circulante, como inventario y acreedores<sup>8</sup>. Sin embargo, la inversión adicional en inventario y cuentas por cobrar se financia en parte con los incrementos en el crédito comercial que surgen de forma natural en el curso de las compras a proveedores. El resultado final es que la empresa incurre en un desembolso por capital circulante igual a lo que llamaremos la **variación en capital circulante neto operativo**. Lo definimos así:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Capital circulante} \\ \text{neto operativo} \end{array} \right) = \left[ \left( \begin{array}{l} \text{Activo} \\ \text{circulante} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{Títulos en efectivo} \\ \text{o negociables} \end{array} \right) \right] - \left[ \left( \begin{array}{l} \text{Pasivo} \\ \text{circulante} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{Participación actual en} \\ \text{deuda que devenga intereses} \end{array} \right) \right]$$

El impacto en el flujo de caja de cualquier inversión adicional que la empresa tenga que hacer en capital circulante se mide por la variación en el capital circulante neto operativo. Para un año arbitrario  $t$ , se calcula así:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Variación en} \\ \text{capital circulante} \\ \text{neto operativo} \end{array} \right)_t = \left( \begin{array}{l} \text{Capital circulante} \\ \text{neto operativo} \end{array} \right)_t - \left( \begin{array}{l} \text{Capital circulante} \\ \text{neto operativo} \end{array} \right)_{t-1} \quad (2.2)$$

Hemos usado “variación” en el capital circulante neto operativo en lugar de “incremento” porque los cambios pueden ser positivos o negativos. Por ejemplo, si los ingresos de una empresa o de un proyecto crecen, normalmente tendrá que invertir más en capital circulante para que el cambio sea positivo (y represente una salida de caja). Sin embargo, a

<sup>7</sup>En ocasiones se distingue entre amortización, como el coste de mantenimiento de los activos existentes, y CAPEX, como los gastos en capital y equipo necesarios para permitir el crecimiento previsto.

<sup>8</sup>También puede incluir títulos en efectivo o negociables, cuando el crecimiento requiere que la empresa mantenga más liquidez. Sin embargo, esto normalmente no es tan importante como el inventario necesario para permitir mayores ventas y las cuentas por cobrar que surgen de forma natural de las ventas a crédito.

medida que el proyecto va frenando, los ingresos se estabilizan y al fin decaen, la necesidad de capital circulante por parte de la empresa disminuye, lo que significa que la variación en el capital circulante operativo es negativa. Cuando esto ocurre, la variación se manifiesta en una entrada de caja.

Nótese que una equivocación al evaluar las necesidades de capital circulante adicional y los fondos que se requieren para financiarlas resultará en una sobrestimación del valor de la empresa. Esto es especialmente cierto en proyectos de elevado crecimiento, que requieren frecuentes inyecciones de capital adicional para financiar las necesidades crecientes de inventario y cuentas por cobrar.

Ejemplo: flujo de caja disponible de recursos propios (EFCF) para un proyecto financiado sólo con recursos propios. Para ilustrar el cálculo del EFCF, nos fijaremos en la inversión que analiza JC Crawford Enterprises, una empresa privada ubicada en los suburbios de St. Louis, Missouri. La empresa es un *holding* de seis negocios de franquicias, y cada uno vende y mantiene una franquicia diferente. JC Crawford ha crecido rápidamente desde unas ventas de 16,5 M\$ y 101 empleados en 1999 hasta 150 M\$ y 500 empleados hoy.

En otoño de 2006, la alta dirección de JC Crawford estaba considerando la construcción de un centro regional de distribución para su negocio de franquicias dedicado a reparaciones de aparatos, Mr. Fix-it-up. Hay 50 franquiciados Mr. Fix-it-up ubicados dentro y alrededor de Miami, Florida, y el centro de distribución regional es necesario para reducir el tiempo y el coste de dar servicio a los franquiciados en el sur de Florida.

El panel a de la Tabla 2.1 lista un total de 14 asunciones y predicciones que subyacen a los cálculos del flujo de caja de JC Crawford para el centro de distribución regional. Hemos simplificado el análisis agregando varios elementos de la cuenta de resultados y del balance en un solo epígrafe (por ejemplo, se han combinado los gastos operativos totales en una única ratio de gastos operativos —netos de amortización— sobre ventas). En la práctica, los analistas frecuentemente incluyen mucho más detalle (*i. e.*, más epígrafes en los estados financieros) que el reflejado en la Tabla 2.1.

La inversión propuesta requiere un desembolso inicial de 550.000 \$, que se desglosan en 400.000 \$ para instalaciones y equipo (línea 10) y 150.000 \$ adicionales para capital circulante (línea 11)<sup>9</sup>. JC Crawford espera que el proyecto genere 1 M\$ en ingresos durante el primer año de funcionamiento (línea 7). Se espera que esta cifra crezca a un ritmo del 10% anual durante los cinco años de vida de la inversión (línea 1). A medida que las ventas del proyecto aumentan, las necesidades de la empresa de activos fijos (instalaciones y equipo) y capital circulante crecerán en una proporción igual al 40% y al 15% del incremento en las ventas, respectivamente (líneas 5 y 6). JC Crawford paga unos impuestos del 30% (línea 4), amortiza sus inversiones de forma lineal durante una vida de 10 años (líneas 8 y 9), y no planea pedir dinero prestado para financiar la inversión (línea 12)<sup>10</sup>.

Los paneles b y c muestran las cuentas de resultados y los balances pro forma. El panel d expone las estimaciones de EFCF. Nótese que el proyecto produce un beneficio neto positivo a partir de 2007 (el primer año de funcionamiento) y continúa así todos los años

<sup>9</sup>El capital circulante es en realidad “capital circulante neto operativo”, como se definió antes.

<sup>10</sup>La amortización lineal, recordará, consiste en asignar una fracción igual del coste del activo a lo largo de su vida. Por ejemplo, el CAPEX de 400.000 \$ de 2003 llevará a unos gastos de amortización de 40.000 \$ por año durante los próximos 10 años, puesto que se espera que los activos adquiridos no valgan nada al cabo de ese periodo.

**Tabla 2.1 Estimación del EFCF de un proyecto financiado sólo con recursos propios**

<b>Panel a. Asunciones y predicciones</b>					
1. Tasa de crecimiento de las ventas					10%
2. Margen bruto de beneficios = beneficio bruto/ventas					30%
3. Gastos operativos (antes de amortización)/ventas					20%
4. Impuestos					30%
5. Gastos de capital/ventas					40% (de la variación de ventas prevista)
6. Capital circulante neto/ventas					15% (de la variación de ventas prevista)
7. Ventas anuales base para 2007					1.000.000 \$
8. Vida útil de las instalaciones y el equipo					10 años
9. Método de amortización					Lineal
10. Inversión inicial en instalaciones y equipos					400.000 \$
11. Necesidades iniciales de capital circulante nuevo					150.000 \$
12. Ratio deuda/activos objetivo					0,0%
13. Tipo de interés (de lo tomado en préstamo)					10%
14. Valores residuales (capital circulante, instalaciones y equipo)					Valor en libros en el año 2011
<b>Panel b. Cuentas de resultados pro forma</b>					
<b>Cuentas de resultados (en miles de dólares)</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Ventas	1.000,00	1.100,00	1.210,00	1.331,00	1.464,10
Coste de bienes vendidos	(700,00)	(770,00)	(847,00)	(931,70)	(1.024,87)
<b>Beneficio bruto</b>	<b>300,00</b>	<b>330,00</b>	<b>363,00</b>	<b>399,30</b>	<b>439,23</b>
Gastos operativos antes de amortización	(200,00)	(220,00)	(242,00)	(266,20)	(292,82)
Gastos de amortización	(40,00)	(44,00)	(48,40)	(53,24)	(58,56)
<b>EBIT</b>	<b>60,00</b>	<b>66,00</b>	<b>72,60</b>	<b>79,86</b>	<b>87,85</b>
Gastos financieros	—	—	—	—	—
<b>Beneficio antes de impuestos</b>	<b>60,00</b>	<b>66,00</b>	<b>72,60</b>	<b>79,86</b>	<b>87,85</b>
Impuestos	(18,00)	(19,80)	(21,78)	(23,96)	(26,35)
<b>Beneficio neto</b>	<b>42,00</b>	<b>46,20</b>	<b>50,82</b>	<b>55,90</b>	<b>61,49</b>

hasta 2011. Los flujos de caja de la inversión son negativos, no obstante, en 2006; esto refleja la inversión de 550.000 \$ en instalaciones, equipo y capital circulante. El considerable flujo de caja positivo en 2011 refleja los rendimientos de la venta de las instalaciones y el equipo del proyecto y la liquidación de la inversión acumulada en capital circulante durante su vida.

**Tabla 2.1** *continúa*

<b>Panel c. Balance pro forma</b>						
<b>Balance (en miles de dólares)</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011*</b>
Capital circulante neto	150,00	165,00	181,50	199,65	219,62	219,62
Instalaciones y equipos brutos	400,00	440,00	484,00	532,40	585,64	585,64
Menos: amortización acumulada	—	(40,00)	(84,00)	(132,40)	(185,64)	(244,20)
Instalaciones y equipos netos	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	341,44
<b>Total activo</b>	<b>550,00</b>	<b>565,00</b>	<b>581,50</b>	<b>599,65</b>	<b>619,62</b>	<b>561,05</b>
Deuda que devenga intereses	—\$	—\$	—\$	—\$	—\$	—\$
Recursos propios	550,00	565,00	581,50	599,65	619,62	561,05
<b>Total pasivo y recursos propios</b>	<b>550,00</b>	<b>565,00</b>	<b>581,50</b>	<b>599,65</b>	<b>619,62</b>	<b>561,05</b>
<b>Panel d. EFCF, proyecto financiado sólo con recursos propios</b>						
<b>EFCF (en miles de dólares)</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Beneficio neto	—	42,00	46,20	50,82	55,90	61,49
Más: amortización	—	40,00	44,00	48,40	53,24	58,56
Mes: gastos de capital**	(400,00)	(40,00)	(44,00)	(48,40)	(53,24)	341,44
Menos: variación en capital circulante neto operativo**	(150,00)	(15,00)	(16,50)	(18,15)	(19,97)	219,62
Menos pagos de principal	—	—	—	—	—	—
Más: rendimiento de nuevas emisiones de deuda	—	—	—	—	—	—
<b>Igual: EFCF</b>	<b>(550,00)</b>	<b>27,00</b>	<b>29,70</b>	<b>32,67</b>	<b>35,94</b>	<b>681,11</b>

\*Al final de 2011 asumimos que la vida del proyecto ha terminado y que la empresa liquidará los activos (capital circulante neto operativo e instalaciones y equipos netos). Como resultado, el balance mostrado en el panel c para 2011 es preliquidación. Dado que no hay beneficio en la venta de activos en 2011, no hay impuestos que pagar.

\*\*El EFCF para 2011 incorpora los valores en libros tanto del capital circulante como de las instalaciones y equipos netos como flujos de caja de entrada. Esto refleja la “liberación” de efectivo correspondiente al cierre de la inversión en 2011.

### Flujo de caja disponible de recursos propios (EFCF) en un proyecto apalancado

Cuando una empresa se endeuda para financiar parcialmente sus inversiones, hay dos consecuencias sobre los flujos de caja. En primer lugar, cuando la deuda se emite hay un flujo de caja de entrada igual al desembolso neto de la emisión. En segundo lugar, la empresa debe hacer pagos de capital e intereses a lo largo de la vida del préstamo. Dado que los gastos de intereses (no de principal) son deducibles, reducen los impuestos que la empresa tiene que pagar. En consecuencia, podemos calcular el EFCF para un proyecto apalancado como se muestra en la Figura 2.3.



**Figura 2.3** Cálculo del EFCF para un proyecto apalancado, utilizando la cuenta de resultados

	Ingresos
<b>Menos:</b>	Coste de los bienes vendidos
<b>Igual:</b>	<i>Ingresos brutos</i>
<b>Menos:</b>	Gastos operativos (excluyendo gastos de amortización)
<b>Igual:</b>	<i>Resultado bruto de explotación (EBITDA)</i>
<b>Menos:</b>	Amortización (DA)
<b>Igual:</b>	<i>Beneficio neto operativo o beneficio antes de intereses e impuestos (EBIT)</i>
<b>Menos:</b>	Gastos financieros o intereses ( <b>no nulos en un proyecto apalancado</b> )
<b>Igual:</b>	<i>Beneficio antes de impuestos (EBT)</i>
<b>Menos:</b>	Impuestos
<b>Igual:</b>	<i>Beneficio neto (NI)</i>
<b>Más:</b>	Amortización (DA)
<b>Menos:</b>	Gastos de capital (CAPEX)
<b>Menos:</b>	Incrementos en el capital circulante neto (WC)
<b>Menos:</b>	Pagos de principal de la deuda ( <b>repagos del principal de la deuda, P</b> )
<b>Más:</b>	Ingreso por nuevas emisiones de deuda ( <b>entradas netas del nuevo préstamo, NP</b> )
<b>Igual:</b>	<i>Flujo de caja disponible de recursos propios (EFCF)</i>

Alternativamente, podemos expresar el EFCF para un proyecto apalancado como sigue:

$$EFCF = (EBIT - I)(1 - T) + DA - CAPEX - WC - P + NP \quad (2.3a)$$

<b>Acrónimo</b>	<b>Definición</b>
$(EBIT - I)(1 - T)$	Beneficio neto después de impuestos
$EBIT$	Beneficio neto operativo
$EBIT(1 - T)$	Beneficio neto operativo después de impuestos (NOPAT)
$T$	Tasa de impuestos
$DA$	Gasto por amortización
$WC$	Variación en el capital circulante neto
$CAPEX$	Gastos de capital por propiedades, instalaciones y equipo
$P$	Pagos de principal de la deuda pendiente
$NP$	Ingresos netos por la emisión de la nueva deuda

Al reordenar los términos para aislar el gasto en intereses, tenemos:

$$EFCF = EBIT(1 - T) - I(1 - T) + DA - CAPEX - WC - P + NP \quad (2.3b)$$

Esta relación enfatiza el hecho de que el efecto del gasto en intereses sobre el EFCF es igual al coste de los intereses después de impuestos,  $I(1 - T)$ . Esto es una consecuencia de que la hacienda pública permita a la empresa deducir los pagos de intereses de sus in-

gresos gravables (al contrario que los dividendos, que se pagan después de calcular los impuestos).

Ejemplo: EFCF para un proyecto apalancado. Para ilustrar el cálculo del EFCF en un proyecto que está parcialmente financiado por un préstamo, podemos volver a nuestro ejemplo de JC Crawford Enterprises, que encontrará en la Tabla 2.1. Esta vez asumiremos que JC Crawford financia el 40% del total de la inversión en el proyecto pidiendo prestado el dinero. Una comparación rápida de los EFCF en el panel d de la Tabla 2.1 (sin financiación de deuda) y la Tabla 2.2 (con un 40% de deuda financiada) revela las consecuencias de endeudarse sobre los flujos de caja de la inversión. En primer lugar, el flujo de caja inicial de salida en 2006 con financiación de la deuda es sólo de 330.000 \$, comparado con los 550.000 \$ en el caso sin endeudamiento. La diferencia, por supuesto, refleja los 220.000 \$ netos que se ingresan al pedir prestado el 40% del desembolso inicial de efectivo<sup>11</sup>. Los flujos de caja anuales (los EFCF) en el panel d de la Tabla 2.2 también son menores que sus homólogos en la Tabla 2.1. De nuevo, las diferencias reflejan que en el último caso la empresa está pagando intereses y repagando el principal de la deuda.

**Tabla 2.2 Estimación del flujo de caja disponible de recursos propios (EFCF) para un proyecto apalancado**

**Panel a. Asunciones y predicciones**

1. Tasa de crecimiento de las ventas	10%
2. Margen bruto de beneficios = beneficio bruto/ventas	30%
3. Gastos operativos (antes de amortización)/ventas	20%
4. Impuestos	30%
5. Gastos de capital/ventas	40%
6. Capital circulante neto/ventas	15%
7. Ventas anuales base para 2007	1.000.000 \$
8. Vida útil de las instalaciones y el equipo (CAPEX)	10 años
9. Método de amortización	Lineal
10. Inversión inicial en instalaciones y equipos	400.000 \$
11. Necesidades iniciales de capital circulante nuevo	150.000 \$
12. Ratio deuda/activos objetivo	0,0%
13. Tipo de interés (de lo tomado en préstamo)	10%
14. Valores residuales (capital circulante, instalaciones y equipo)	Valor en libros en el año 2011

<sup>11</sup>La empresa mantiene la ratio deuda/activo al 40% del activo todos los años. Este nivel objetivo de endeudamiento implica que la nueva deuda se emite siempre que los activos crezcan y que la deuda se retire hacia el final de la vida del proyecto, cuando los activos empiecen a menguar. Por ejemplo, en 2007 el añadido al total activo es  $565.000 - 550.000 = 15.000$  \$; por tanto, se requieren ingresos de la nueva deuda por valor de  $0,4 \cdot 15.000 = 6.000$  \$. En 2011 los activos caen de 619.620 \$ a 561.050 \$; por tanto, la empresa debe retirar el 40% del decremento en total activo para mantener el objetivo de 40% de ratio deuda/activo.

**Tabla 2.2** *continúa*

<b>Panel b. Cuentas de resultados pro forma</b>						
<b>Cuentas de resultados (en miles de dólares)</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	
Ventas	1.000,00	1.100,00	1.210,00	1.331,00	1.464,10	
Coste de bienes vendidos	(700,00)	(770,00)	(847,00)	(931,70)	(1.024,87)	
Beneficio bruto	300,00	330,00	363,00	399,30	439,23	
Gastos operativos antes de amortización	(200,00)	(220,00)	(242,00)	(266,20)	(292,82)	
Gastos de amortización	(40,00)	(44,00)	(48,40)	(53,24)	(58,56)	
EBIT	60,00	66,00	72,60	79,86	87,85	
Gastos financieros*	(22,00)	(22,60)	(23,26)	(23,99)	(24,78)	
Beneficio antes de impuestos	38,00	43,40	49,34	55,87	63,06	
Impuestos	(11,40)	(13,02)	(14,80)	(16,76)	(18,92)	
Beneficio neto	26,60	30,38	34,54	39,11	44,14	
<b>Panel c. Balance pro forma</b>						
<b>Balance (en miles de dólares)</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011**</b>
Capital circulante neto	150,00	165,00	181,50	199,65	219,62	219,62
Instalaciones y equipos brutos	400,00	440,00	484,00	532,40	585,64	585,64
Menos: amortización acumulada	—	(40,00)	(84,00)	(132,40)	(185,64)	(244,20)
Instalaciones y equipos netos	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	341,44
Total activo	550,00	565,00	581,50	599,65	619,62	561,05
Deuda que devenga intereses***	220,00	226,00	232,60	239,86	247,85	224,42
Recursos propios	330,00	339,00	348,90	359,79	371,77	336,63
Total pasivo y recursos propios	550,00	565,00	581,50	599,65	619,62	561,05
<b>Panel d. EFCF, proyecto financiado con recursos propios y deuda</b>						
<b>EFCF (en miles de dólares)</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Beneficio neto	—	26,60	30,38	34,54	39,11	44,14
Más: amortización	—	40,00	44,00	48,40	53,24	58,56
Mes: gastos de capital****	(400,00)	(40,00)	(44,00)	(48,40)	(53,24)	341,44
Menos: variación en capital circulante neto operativo****	(150,00)	(15,00)	(16,50)	(18,15)	(19,97)	219,62
Menos pagos de principal*****	—	—	—	—	—	(224,42)
Más: rendimiento de nuevas emisiones de deuda	220,00	6,00	6,60	7,26	7,99	—
Igual: EFCF	(330,00)	17,60	20,48	23,65	27,13	439,42

\*Asumimos que los pagos de intereses en la empresa apalancada se basan en valores de la deuda de comienzo de año.

\*\*Al final de 2011 asumimos que la vida del proyecto ha terminado y que la empresa liquidará los activos (capital circulante neto operativo e instalaciones y equipos netos). Como resultado, el balance mostrado en el panel c para 2011 es de preliquidación.

\*\*\*La deuda se emite y retira de tal modo que se mantiene una ratio deuda/activo constante del 40%.

\*\*\*\*El EFCF para 2011 incorpora los valores en libros tanto del capital circulante neto como de las instalaciones y equipos netos como flujos de caja de entrada. Como no hay ganancia ni pérdida en 2011, no tiene consecuencias sobre los impuestos.

\*\*\*\*\*El pago de principal en 2011 es igual al importe (tanto de deuda que devenga intereses) pendiente al final del año, como se muestra en el balance de 2011.

El hecho de que los flujos de caja en el caso del 40% de deuda sean más bajos que en el caso de financiación mediante recursos propios no significa que el proyecto sea menos valioso. Recuerde que estamos midiendo los flujos de caja para los titulares de los recursos propios del proyecto, y que en el caso de financiar con recursos propios, hay más flujos de caja invertidos que en el caso del 40% de deuda.

#### Apalancamiento financiero y la volatilidad de los EFCF

Cuando una empresa pide prestada parte de los fondos necesarios para financiar una inversión, decimos que ha utilizado “apalancamiento financiero”. La noción de apalancamiento viene de que los costes de pedir prestado generalmente son fijos. Aunque los beneficios de la empresa aumenten o disminuyan, los costes financieros no cambian, lo que significa que todo el riesgo asociado con los flujos de caja inciertos debe ser absorbido por los dueños de los recursos propios. Esto, a cambio, implica que los flujos de caja de los accionistas se hacen más volátiles con el uso del apalancamiento financiero (ver el recuadro de Consejos técnicos sobre apalancamiento financiero). Para comprenderlo, compare el crecimiento de los EFCF en la inversión de JC Crawford Enterprise para 2007 y 2010:

##### Caso desapalancado (Tabla 2.1) (miles de dólares)

	2007	2010	Variación porcentual
EBIT	60,00	79,86	33,1%
EFCF	27,00	35,94	33,1%

##### Caso apalancado (Tabla 2.2) (miles de dólares)

	2007	2010	Variación porcentual
EBIT	60,00	79,86	33,1%
EFCF	17,60	27,13	54,1%

En el periodo de 2007 a 2010, los beneficios antes de intereses e impuestos (EBIT) se incrementaron un 33,1%. El incremento es idéntico para las empresas apalancadas y desapalancadas porque ni los pagos de capital ni los de intereses afectan al EBIT. El efecto del apalancamiento financiero es evidente en el crecimiento de la variación del EFCF. Para la empresa desapalancada, el EFCF se incrementa exactamente en el mismo porcentaje, 33,1%; sin embargo, para la empresa apalancada, ¡el EFCF se incrementa un 54,1% partiendo del mismo incremento del 33,1% en el EBIT! Esta volatilidad añadida en el EFCF es resultado directo del hecho de que la devolución al acreedor está fijada. Por tanto, a medida que el EBIT del proyecto crece, una fracción mayor de ese EBIT más elevado va a los accionistas de la empresa.

El apalancamiento financiero no causará necesariamente que los flujos de caja se incrementen más rápido; si los resultados operativos del proyecto se deterioran, los flujos de caja del proyecto apalancado experimentan un declive mucho peor que el que sufrirían si el proyecto estuviese desapalancado. Para ilustrarlo, simplemente intercambie las fechas del ejemplo anterior. Asumiendo que el EBIT cae un 33,1%, el EFCF de la empresa apalancada se desploma un 54,1%, mientras que el EFCF de la empresa desapalancada sólo baja un 33,1%.

El efecto del apalancamiento financiero, por tanto, es reducir la inversión requerida a los accionistas y al mismo tiempo incrementar su riesgo. A causa del mayor riesgo, los accionistas exigen mayores tasas de retorno para dejarse seducir por proyectos apalancados, a igualdad del resto de parámetros.

## Flujo de caja disponible del proyecto (PFCF)

Hasta el momento hemos definido el flujo de caja en términos del efectivo disponible para distribuir entre los dueños de los recursos propios, o EFCF. Aunque este concepto se utiliza en algunas aplicaciones, la definición más común a efectos de evaluar oportunidades de inversión es la del flujo de caja disponible del proyecto que puede distribuirse tanto a acreedores como a propietarios. Nos referimos a este concepto como **flujo de caja disponible del proyecto (PFCF)**.

### CONSEJOS TÉCNICOS

#### El apalancamiento financiero mejora el rendimiento de los recursos propios

El apalancamiento financiero tiene el potencial de incrementar los rendimientos residuales sobre el capital propio. Cuando una empresa pide prestada una fracción del capital que necesita para realizar una inversión a tipos menores que la tasa obtenida en la inversión, el exceso mejora el rendimiento de los recursos propios. Por ejemplo, supongamos que pedimos 500 \$ a una tasa del 7%, e invertimos ese dinero y otros 500 \$ propios en una inversión que produce un 10% anual. ¿La tasa de rendimiento que obtiene la inversión del accionista es del 10%? A causa del apalancamiento, la tasa de rendimiento es aún mayor: es igual al 13%. Veamos por qué es así:

<b>Capital invertido</b>		
Deuda (7%)	500 \$	
Recursos propios	500	
Total	<u>1.000 \$</u>	
<b>Rendimiento del capital invertido</b>		
	<b>10%</b>	<b>5%</b>
Ingresos operativos	100	50
Menos: intereses	(35)	(35)
Beneficio neto	<u>65 \$</u>	<u>15 \$</u>
Rendimiento para los accionistas	13,0%	3,0%

En este ejemplo hemos ignorado los impuestos y calculado el rendimiento sobre recursos propios que se obtiene en la inversión de 1.000 \$. Cuando el proyecto consigue un 10%, aporta efectos de apalancamiento financiero “favorables”; esto es, ingresa más que el 7% del coste de pedir prestado el dinero. Esto, a cambio, resulta en un rendimiento sobre el capital propio que sube hasta el 13% ( $65 \$ \div 500 \$$ ). (Recuerde que debe pagar a los acreedores solo el 7%, independientemente de cuánto gane la inversión, y el resto lo reciben los accionistas).

No obstante, cuando la inversión solo consigue un 5%, los efectos del apalancamiento financiero son “desfavorables”, dado que los acreedores deben recibir su 7% antes de que los accionistas cobren algo. El rendimiento sobre recursos propios por tanto resulta ser sólo un 3% ( $15 \$ \div 500 \$$ ). La insuficiencia de los ingresos tiene que salir del rendimiento de los accionistas.

### Calcular el PFCF

El PFCF consiste en el flujo de caja que se puede distribuir entre todas las fuentes de capital de la empresa (por ejemplo, acreedores, titulares de acciones preferentes y de acciones ordinarias). Podemos calcular el PFCF de dos formas equivalentes: la primera consiste en sumar los flujos de caja que acumula cada uno de los titulares de derechos sobre el proyecto (deuda y recursos propios), como vemos en la siguiente fórmula:

Titular	Flujos de caja
Accionistas ordinarios (EFCF)	$NOPAT + DA - I(1 - T) - P + NP - WC - CAPEX$
Acreedores (neto de ahorro de impuestos) <sup>12</sup>	$I(1 - T) + P - NP$
Suma: flujo de caja disponible del proyecto	$PFCF = NOPAT + DA - WC - CAPEX$ (2.4)

Acrónimo	Definición
<i>NOPAT</i>	Beneficio operativo neto después de impuestos = $EBIT(1 - T)$
<i>EBIT</i>	Beneficio neto operativo (beneficios antes de intereses e impuestos)
<i>T</i>	Tasa de impuestos
<i>DA</i>	Gasto por amortización
<i>I</i>	Gastos financieros (por intereses)
<i>P</i>	Pagos de principal de la deuda pendiente
<i>NP</i>	Ingresos netos por la emisión de la nueva deuda
<i>WC</i>	Variación en el capital circulante neto
<i>CAPEX</i>	Gastos de capital

Alternativamente, podemos pensar en el PFCF como la suma de todos los flujos de caja del funcionamiento del proyecto, después de satisfacer gastos operativos, impuestos y nuevas inversiones en capital circulante y CAPEX, pero antes de que se realice ningún pago a los titulares de derechos sobre el proyecto (accionistas y titulares de deuda). Esta suma, esquematizada en la Figura 2.4, es igual a la suma de los flujos de caja de los dos tipos de titulares de derechos.

Nótese que nos referimos a los ingresos después de impuestos de un proyecto empleando el término “beneficio operativo neto después de impuestos” y el acrónimo NOPAT. Lo hacemos así para reconocer explícitamente que en realidad no estamos calculando los impuestos tal como el proyecto los pagaría, sino como si el proyecto estuviese financiado sin deuda y en consecuencia no tuviese gastos por intereses. Por tanto, el beneficio después de impuestos estimado más arriba es realmente el beneficio operativo después de impuestos. En esencia, el PFCF es simplemente el EFCF de un proyecto que ha sido financiado sólo con recursos propios.

El ejemplo de JC Crawford Enterprises. La Tabla 2.3 contiene los cálculos del PFCF para la oportunidad de inversión de JC Crawford Enterprises que analizamos previamente en las Tablas 2.1 y 2.2. Una comparación rápida entre los PFCF y los EFCF de un proyecto financiado sólo con recursos propios (Tabla 2.1) revela que son idénticos, como esperábamos.

<sup>12</sup>El flujo de caja del acreedor es igual a  $I + P - NP$ , y el ahorro de impuestos es igual a  $T \cdot I$ , de modo que el pago neto a los acreedores es  $I(1 - T) + P - NP$ .

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Tasas de descuento y flujos de caja: primera aproximación

Hasta este momento, no hemos intentado valorar la oportunidad de inversión que se planteó JC Crawford Enterprises. Sin embargo, podemos hacer una observación importante sobre el tipo de tasa de descuento que debería utilizar JC Crawford. Si estamos valorando los EFCF, entonces la tasa de descuento debería corresponder a la tasa de rendimiento exigida por el accionista. Si estamos valorando el PFCF (que, como hemos visto, es la suma de los EFCF y los flujos de caja a los acreedores después de impuestos), deberíamos utilizar una tasa de descuento que refleje una agregación de la tasa de rendimiento requerida por el accionista y la tasa de rendimiento esperada por los acreedores de la empresa. En el Capítulo 4 definimos esta última como el coste medio ponderado del capital.

Recuerde que el PFCF es lo mismo que el EFCF cuando no se utiliza apalancamiento (porque no se pagan intereses). Además, en el panel b de la Tabla 2.3 vemos que la diferencia entre PFCF y EFCF para el proyecto apalancado (financiado con un 40% de deuda) se puede atribuir a los flujos de caja después de impuestos pagados a los acreedores de la empresa (*i. e.*, el gasto por intereses, menos los ahorros de impuestos por intereses, más cualquier nueva emisión de deuda, menos los pagos de principal).

## 2.3. EJEMPLO ILUSTRATIVO: PROYECCIÓN DE FLUJOS DE CAJA DISPONIBLES DE UN PROYECTO

La proyección de flujos de caja en inversiones futuras no es una ciencia exacta, sino más bien una combinación de ciencia, intuición y experiencia. Para ilustrar las técnicas que las

### Figura 2.4 Cálculo del PFCF

	Ingresos
<b>Menos:</b>	Coste de los bienes vendidos
<b>Igual:</b>	<i>Ingresos brutos</i>
<b>Menos:</b>	Gastos operativos (excluyendo gastos de amortización)
<b>Igual:</b>	<i>Resultado bruto de explotación (EBITDA)</i>
<b>Menos:</b>	Amortización (DA)
<b>Igual:</b>	<i>Beneficio neto operativo o beneficio antes de intereses e impuestos (EBIT)</i>
<b>Menos:</b>	Impuestos
<b>Igual:</b>	<i>Beneficio operativo neto después de impuestos (NOPAT)</i>
<b>Más:</b>	Amortización (DA)
<b>Menos:</b>	Gastos de capital (CAPEX)
<b>Menos:</b>	Incrementos en el capital circulantes neto (WC)
<b>Igual:</b>	<i>Flujo de caja disponible de proyecto (PCFC)</i>

**Tabla 2.3 Estimación del PFCF de un proyecto de inversión**

<b>a. Cálculo de los PFCF: método directo</b>						
<b>PFCF (en miles de dólares)</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Beneficio neto operativo (EBIT)	—	60,00	66,00	72,60	79,86	87,85
Menos: Impuestos	—	(18,00)	(19,80)	(21,78)	(23,96)	(26,35)
Beneficio neto operativo después de impuestos (NOPAT)	—	42,00	46,20	50,82	55,90	61,49
Más: gastos por amortización	—	40,00	44,00	48,40	53,24	58,56
Menos gasto de capital (CAPEX)	(400,00)	(40,00)	(44,00)	(48,40)	(53,24)	341,44
Menos: variación en capital circulante neto	(150,00)	(15,00)	(16,50)	(18,15)	(19,97)	219,62
Igual: PFCF	(550,00)	27,00	29,70	32,67	35,94	681,11
<b>b. Cálculo de los PFCF: método indirecto</b>						
<b>PFCF (en miles de dólares)</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Flujo de caja disponible para recursos propios (EFCF)	(330,00)	17,60	20,48	23,65	27,13	439,34
Más: Intereses (1 - T)	—	15,40	15,82	16,28	16,79	17,35
Más: pagos de principal*	—	—	—	—	—	224,42
Menos: nuevas emisiones de deuda	(220,00)	(6,00)	(6,60)	(7,26)	(7,99)	—
Igual: PFCF	(550,00)	\$27,00	29,70	32,67	35,94	681,11

\*El pago de principal de 2011 es igual al importe neto de la deuda que devenga intereses pendiente al final del año, como se muestra en el balance de la empresa de 2011. No se repaga principal hasta 2011.

empresas pueden emplear para hacer sus proyecciones de flujos de caja, analizamos una inversión en un producto de alta tecnología: paneles de cristal líquido (LCD) en televisores de grandes dimensiones.

Al cierre de 2003 ya era obvio que los televisores planos que se cuelgan en la pared se iban a convertir en el formato preferido entre los televisores de grandes dimensiones. Los modelos con pantalla de plasma eran la tecnología más popular para monitores de más de 30 pulgadas; sin embargo, cuando las pantallas de plasma se comparan con las LCD, tienen algunas limitaciones bastante serias, incluidas una vida menor (30.000 horas frente a 50.000) y el hecho de que la pantalla termina por “quemarse”. Con las pantallas de plasma, si el televisor se quedaba encendido en un canal con un logo u otra imagen fija durante muchas horas, las imágenes “quemadas” a veces aparecían como sombras en la pantalla. Los LCD, por el contrario, tenían mejor resolución en las horas diurnas y no sufrían problemas de quemado; sin embargo, la tecnología para construir LCD mayores de 30 pulgadas estaba todavía en desarrollo.

Lecion Electronics Corporation se ha dedicado a la manufactura de paneles planos LCD para su uso en monitores de ordenador durante 10 años, y posee la tecnología líder



para el diseño y la manufactura de pantallas LCD de grandes dimensiones. La empresa está actualmente considerando las consecuencias sobre el flujo de caja de una inversión de 1.750 M\$ en una nueva fábrica en Corea del Sur que puede producir LCD de 42 pulgadas durante los próximos 20 trimestres (cinco años) utilizando la tecnología propiedad de la empresa. La inversión convertiría a Lecion en uno de los principales proveedores de LCD de grandes dimensiones para el mercado doméstico casi de la noche a la mañana: el grupo de marketing de Lecion estima que la empresa puede capturar un 20% de la cuota de mercado una vez que la fábrica esté a pleno rendimiento.

## Evaluación estratégica de la oportunidad de Lecion

Muy al principio del análisis del proyecto, Lecion Electronics Corporation necesitará concentrarse en una evaluación en profundidad de la estrategia propuesta. Este proceso de **evaluación estratégica** se centra en la historia que subyace a la inversión. En concreto, necesitamos responder a una pregunta global: ¿cuáles son las capacidades de la empresa y las circunstancias competitivas que permiten aprovechar esta oportunidad de obtener un VAN positivo?

Para intentar responder a esta pregunta, es de ayuda utilizar un enfoque sistemático que incorpore todas las preguntas fundamentales que una empresa debería responder cada vez que se plantea un proyecto. Un aspecto crítico de la evaluación estratégica es que declaramos explícitamente las asunciones que subyacen al plan de inversión. El equipo de gestión del proyecto de Lecion contempló las implicaciones estratégicas potenciales de la nueva inversión (utilizando las preguntas de evaluación estratégica planteadas en el Capítulo 1) y llegó a las siguientes conclusiones:

- **Asunciones relativas a las respuestas de la competencia.** En este momento, cuatro grandes fabricantes tienen el conocimiento y la capacidad necesarios para competir en el mercado de pantallas planas de gran formato. Se espera que todos continúen sus esfuerzos para competir por la cuota de mercado. Sin embargo, la recesión que siguió a la desaparición del mercado de las “punto com” en 2000 llevó a los fabricantes a recortar sus programas de desarrollo; Lecion ha tomado un liderazgo tecnológico claro que esperan que se mantenga durante al menos un año y posiblemente durante dos. La dirección de Lecion siente que su carácter de vanguardia tecnológica permitirá a la empresa disfrutar de una posición de liderazgo en la industria durante los primeros 12 meses de producción. La cuota de mercado que la empresa prevé capturar durante este periodo la ayudará a capear el temporal de productos de la competencia durante los cinco años de vida proyectada de la inversión.
- **Asunciones relativas a fabricantes de productos complementarios.** Lecion ha trabajado mano a mano con fabricantes de productos de audio de alta calidad para garantizar la compatibilidad de sus LCD con todos sus nuevos productos; además, continúa vigilando los desarrollos en tecnología inalámbrica nueva, que reducirá de forma relevante el coste de instalar sistemas de cine en casa (*home theater*). La empresa espera incrementar su cuota en el mercado de estos sistemas a medida que sus LCD crezcan en popularidad.
- **Asunciones relativas a la respuesta de los consumidores.** Se espera que la demanda de LCD de 42 pulgadas comience por los consumidores de los estratos de renta alta, de los que no se espera que sean especialmente sensibles al precio. Esto cambiará gradualmente a lo largo de los cinco años de vida del proyecto, y la estimación del precio unitario de sus LCD ya contempla que tendrá que ir decreciendo.

- **Asunciones relativas a la respuesta de los empleados.** Con la economía recién salida de un periodo de recesión y los niveles de empleo en crecimiento, Lecion espera que el mercado laboral se vuelva cada vez más competitivo. Como consecuencia, prevén tener que pagar salarios más altos para sus empleados. Sin embargo, dado que la fábrica está ubicada en Corea del Sur, donde los salarios son sustancialmente inferiores a los estadounidenses, no se considera que la presión de la inflación de los salarios sea un factor significativo para las cifras de la inversión en la nueva fábrica.

El comentario principal que debemos hacer antes de embarcarnos en nuestro análisis de los números es que Lecion tiene que ser consistente con la evaluación estratégica que subyace a la inversión. Si la evaluación es inconsistente con las proyecciones en las que se basan las estimaciones de flujos de caja, entonces el análisis es completamente defectuoso. Aunque el proceso de análisis estratégico es necesariamente subjetivo y parece poco sofisticado en comparación con la aparente precisión de las cifras de flujos de caja, es crucial que la estrategia y los números se apoyen mutuamente para que el análisis del proyecto produzca la información necesaria para tomar una decisión acertada.

### Estimar el flujo de caja disponible del proyecto (PFCF)

La descripción que anteriormente hicimos del PFCF para cualquier periodo  $t$  se puede reformular en forma de ecuación del siguiente modo:

$$\begin{aligned}
 PFCF_t = & \left[ \left( \begin{array}{c} \text{Ingresos de} \\ \text{la empresa} \end{array} \right)_t - \left( \begin{array}{c} \text{Coste de bienes} \\ \text{vendidos} \end{array} \right)_t - \left( \begin{array}{c} \text{Gastos} \\ \text{operativos} \end{array} \right)_t - \left( \begin{array}{c} \text{Gasto por} \\ \text{depreciación} \end{array} \right)_t \right] \\
 & \times (1 - \text{Tipo impositivo}) + \left( \begin{array}{c} \text{Gasto por} \\ \text{depreciación} \end{array} \right)_t - CAPEX_t - \left( \begin{array}{c} \text{Variación en el} \\ \text{capital circulante} \end{array} \right)_t \quad (2.5)
 \end{aligned}$$

Visto de este modo, es patente que el problema de proyectar flujos de caja conlleva realizar estimaciones para todos estos componentes del PFCF y para todos los años de la vida prevista del proyecto. A lo largo de nuestra exposición nos referiremos a estos componentes clave como “factores de valor”, dado que determinan el valor de la inversión.

### Proyectar los ingresos incrementales

Los ingresos de la empresa son el primer factor de valor que encontramos en el lado derecho de la Ecuación 2.5. Aquí nos referimos a los ingresos incrementales que se derivan de emprender la inversión en LCD. Dado que la inversión solo arrojará ingresos si se emprende, todos los ingresos de la fábrica son incrementales para Lecion y por tanto son relevantes para nuestro análisis.

Para elaborar nuestra proyección de ingresos de la inversión en la nueva fábrica de LCD, empezamos por definir los factores clave de los flujos de caja para los ingresos de la empresa. Para conseguir un análisis lo menos farragoso posible, asumiremos que la nueva fábrica de Lecion producirá un único producto (paneles LCD de 42 pulgadas). Esto significa que los ingresos de la fábrica de cualquier periodo son iguales al producto de la cantidad de unidades vendidas por el precio unitario de mercado de las pantallas. Asimismo, a menudo es útil pensar en las unidades producidas y vendidas por la empresa como una fracción del número total de unidades vendidas entre todas las empresas del sector.

En nuestro ejemplo, los ingresos de Lecion en el periodo son iguales al producto del total de unidades vendidas entre todas las empresas del sector por la cuota de mercado proyectada de Lecion por el precio unitario de mercado. Así, definimos los ingresos de Lecion para el periodo  $t$  del siguiente modo:

$$\left( \begin{array}{c} \text{Ingresos} \\ \text{de Lecion} \end{array} \right)_t = \left( \begin{array}{c} \text{Total de} \\ \text{unidades vendidas} \end{array} \right)_t \times \left( \begin{array}{c} \text{Cuota de mercado} \\ \text{de Lecion} \end{array} \right)_t \times \left( \begin{array}{c} \text{Precio unitario} \\ \text{de mercado} \end{array} \right)_t \quad (2.6)$$

La Tabla 2.4 contiene los ingresos proyectados para la fábrica de LCD de Lecion a lo largo de 20 trimestres, comenzando por el primer trimestre de 2004. Para generar la proyección de los ingresos de la fábrica, necesitamos estimar el total de unidades (pantallas LCD de 42 pulgadas) vendidas entre todos los fabricantes, la cuota de mercado de la empresa y el precio unitario. Aunque no presentaremos aquí los detalles que subyacen a estas proyecciones, las estimaciones arrojaron el conjunto de cifras de demanda del mercado que se muestra en la segunda columna de la Tabla 2.4.

A continuación, el equipo de gestión del proyecto estima que Lecion mantendrá una cuota de mercado del 20% de las ventas totales de LCD de 42 pulgadas de la industria en todos los trimestres. Obviamente, esta fracción está sujeta a un elevado nivel de incertidumbre, y sería apropiado realizar algún tipo de análisis de sensibilidad sobre esta variable. (Volveremos a este punto en el Capítulo 3, cuando simulemos flujos de caja de la inversión).

El elemento final de la proyección de ingresos es la proyección del precio de los LCD de 42 pulgadas. El equipo predice que el precio de estas pantallas será de 9.995 \$ en el primer trimestre de 2004, y que bajará hasta 4.094 \$ al final de los 20 trimestres del periodo de proyección (2008 T4). Esta proyección refleja el uso de una función de decaimiento del precio, que se utiliza comúnmente al evaluar los precios de productos de alta tecnología, como semiconductores para ordenadores. En este caso, la función presupone una tasa de decaimiento del 15%. Esto quiere decir que, cada vez que la cantidad acumulada de LCD que se produce y vende en el mercado se duplica, el precio de un LCD cae un 15%, relación que en ocasiones es denominada “curva de experiencia”. Esta relación funcional entre precio unitario y unidades acumuladas producidas y vendidas en el mercado ha sido observada una y otra vez en una amplia variedad de productos de alta tecnología<sup>13</sup>.

## Estimar el coste de bienes vendidos y los gastos operativos

Para estimar el coste de los bienes vendidos y los gastos operativos de la fábrica de Lecion, primero combinamos ambos gastos, y después el equipo de gestión del proyecto los descompondrá en sus partes fija y variable. Así, definimos la suma del coste de bienes vendidos y los gastos operativos para un periodo  $t$  como sigue:

<sup>13</sup>Por ejemplo, Lee *et al.* (1997) observaron que una función de decaimiento del 20% explicaba más del 88% de la variación del precio unitario de los semiconductores en uno de los principales fabricantes de microprocesadores a comienzos de la década de 1990 (Winyih Lee, John Martin y Hirofumi Matsuo, 1997, “Valuing investments that reduce time-to-market in the semiconductor industry”, *Advances in Financial Planning and Forecasting*, 7: 19-23).

**Tabla 2.4** Demanda del mercado y proyecciones de ingresos para la fábrica de LCD de Lecion

Trimestre	Total unidades vendidas (mercado)	Unidades vendidas por Lecion (total × cuota de mercado)	Precio unitario (dólares)	Ingresos de la empresa (dólares)
2004 T1	753.000	150.600	9.995	1.505.289.075
2004 T2	984.000	196.800	8.216	1.616.945.553
2004 T3	1.193.000	238.600	7.268	1.734.176.681
2004 T4	1.380.000	276.000	6.639	1.832.430.542
2005 T1	1.545.000	309.000	6.179	1.909.311.468
2005 T2	1.6888.000	337.600	5.823	1.965.720.217
2005 T3	1.809.000	361.800	5.536	2.003.063.962
2005 T4	1.908.000	381.600	5.301	2.022.674.378
2006 T1	1.985.000	397.000	5.102	2.025.688.587
2006 T2	2.040.000	408.000	4.934	2.013.044.041
2006 T3	2.073.000	414.600	4.789	1.985.500.412
2006 T4	2.084.000	416.800	4.663	1.943.664.577
2007 T1	2.073.000	414.600	4.554	1.888.012.263
2007 T2	2.040.000	408.000	4.458	1.818.905.071
2007 T3	1.985.000	397.000	4.374	1.736.603.080
2007 T4	1.908.000	381.600	4.301	1.641.273.530
2008 T1	1.809.000	361.800	4.237	1.532.996.051
2008 T2	1.688.000	337.600	4.182	1.411.764.732
2008 T3	1.545.000	309.000	4.134	1.277.487.125
2008 T4	1.380.000	276.000	4.094	1.129.980.055

$$\left( \begin{array}{c} \text{Coste de bienes vendidos} \\ + \text{gastos operativos} \end{array} \right)_t = \left( \begin{array}{c} \text{Coste unitario} \\ \text{variable} \end{array} \right)_t \times \left( \begin{array}{c} \text{Total de unidades} \\ \text{vendidas} \end{array} \right)_t \\ \times \left( \begin{array}{c} \text{Cuota de mercado} \\ \text{de Lecion} \end{array} \right)_t + \left( \begin{array}{c} \text{Coste fijo} \\ \text{por trimestre} \end{array} \right)_t \quad (2.7)$$

En la Ecuación 2.7 necesitamos proyectar los costes unitarios variables y los gastos operativos fijos por trimestre. (Conocemos los otros importes gracias a la explicación previa). Lecion estima el coste unitario variable a partir de sus estimaciones actuales del desembolso de 11.752 \$ por fabricar una pantalla LCD (véase Tabla 2.5), combinado con la reducción prevista en el coste unitario al producir cada vez más unidades.

En este caso concreto, los analistas de Lecion estiman que el coste unitario variable decaerá un 22% cada vez que la cantidad de producción acumulada se duplique. Siendo

así, la estimación del coste refleja un modelo de curva de aprendizaje del 78%<sup>14</sup>. Esto es, cada vez que la cantidad producida se duplique, Lecion cree que el coste unitario variable caerá al 78% del coste unitario variable correspondiente a la mitad de la cantidad actual. Por ejemplo, si los costes variables fueran de 10.000 \$ para 500.000 unidades, entonces Lecion esperaría que cayeran un 22%, hasta 7.800 \$, cuando la cantidad acumulada producida alcanzase el millón de unidades. Por supuesto, no hay nada mágico en el concepto de curva de aprendizaje. Simplemente es una herramienta para describir los efectos del aprendizaje y de la mejora continua en el proceso de manufactura a lo largo del ciclo de vida de un producto. Este aprendizaje reduce los costes variables de producción.

**Tabla 2.5 Estimaciones de los costes unitarios fijos y variables para la fábrica de LCD de Lecion**

Trimestre	Unidades vendidas por Lecion	Coste unitario variable (dólares)	Coste unitario fijo (dólares)	Gasto trimestral por amortización (dólares)	Gasto total (dólares)
2004 T1	150.600	(11.752)	(166)	(87.500.000)	(1.882.285.054)
2004 T2	196.800	(8.698)	(127)	(87.500.000)	(1.824.244.347)
2004 T3	238.600	(7.206)	(105)	(87.500.000)	(1.831.753.190)
2004 T4	276.000	(6.271)	(91)	(87.500.000)	(1.843.268.600)
2005 T1	309.000	(5.616)	(81)	(87.500.000)	(1.847.863.819)
2005 T2	337.600	(5.127)	(74)	(87.500.000)	(1.843.225.936)
2005 T3	361.800	(4.745)	(69)	(87.500.000)	(1.829.161.574)
2005 T4	381.600	(4.438)	(66)	(87.500.000)	(1.806.043.235)
2006 T1	397.000	(4.186)	(63)	(87.500.000)	(1.774.356.588)
2006 T2	408.000	(3.976)	(61)	(87.500.000)	(1.734.557.877)
2006 T3	414.600	(3.798)	(60)	(87.500.000)	(1.687.030.778)
2006 T4	416.800	(3.646)	(60)	(87.500.000)	(1.632.077.013)
2007 T1	414.600	(3.515)	(60)	(87.500.000)	(1.569.918.085)
2007 T2	408.000	(3.402)	(61)	(87.500.000)	(1.500.699.830)
2007 T3	397.000	(3.305)	(63)	(87.500.000)	(1.424.496.656)
2007 T4	381.600	(3.220)	(66)	(87.500.000)	(1.341.314.295)
2008 T1	361.800	(3.147)	(69)	(87.500.000)	(1.251.090.564)
2008 T2	337.600	(3.084)	(74)	(87.500.000)	(1.153.693.877)
2008 T3	309.000	(3.030)	(81)	(87.500.000)	(1.048.919.235)
2008 T4	276.000	(2.985)	(91)	(87.500.000)	(936.481.297)

<sup>14</sup>Willyard y McClees (1987) aportan evidencia empírica de que la curva de aprendizaje en aplicaciones de alta tecnología está en torno al 78% (Charles H. Willyard y Cheryl W. McClees, "Motorola's technology roadmap process", *Research Management*, septiembre-octubre, vol. 30, núm. 5, págs. 13-19).

Los analistas de Lecion han hecho cuatro simplificaciones al realizar las estimaciones del flujo de caja de la inversión: en primer lugar, han supuesto que no serán necesarias nuevas inversiones en capital circulante neto durante la vida del proyecto. En segundo lugar, han asumido que las instalaciones y el equipo se amortizarán de forma lineal con un valor residual de cero al final del proyecto. La tercera asunción es que la fábrica será analizada como si no tuviera valor de continuación o terminal. Esta asunción es probablemente demasiado conservadora, porque las instalaciones tendrán algún valor, aunque sea como chatarra o como solar para una fábrica de tecnología posterior. No obstante, a efectos del análisis que haremos aquí, el valor residual estimado es cero. Por último, se asume que los ingresos de la inversión se gravan a una tasa de impuestos constante para todos los periodos y todos los niveles de ingresos.

Un vistazo a las estimaciones de PFCF de la Tabla 2.6 revela que los analistas de Lecion esperan que el proyecto tenga un flujo de caja positivo para el final del trimestre 3,

**Tabla 2.6** Flujo de caja libre de proyecto estimado para la inversión de Lecion en LCD

(dólares)	Ingresos	Gastos	NOPAT	Amortización	PFCF	Contribución marginal
2004 T1	1.505.289.075	(1.882.285.054)	(263.897.186)	(87.500.000)	(176.397.186)	-17,6%
2004 T2	1.616.945.553	(1.824.244.347)	(145.109.156)	(87.500.000)	(57.609.156)	-5,9%
2004 T3	1.734.176.681	(1.831.753.190)	(68.303.556)	(87.500.000)	19.196.444	0,9%
2004 T4	1.832.430.542	(1.843.268.600)	(7.586.641)	(87.500.000)	79.913.359	5,5%
2005 T1	3.000.000.000	(1.847.863.819)	806.495.327	(87.500.000)	893.995.327	9,1%
2005 T2	1.965.720.217	(1.843.225.936)	85.745.997	(87.500.000)	173.245.997	12,0%
2005 T3	2.003.063.962	(1.829.161.574)	121.731.671	(87.500.000)	209.231.671	14,3%
2005 T4	2.022.674.378	(1.806.043.235)	151.641.800	(87.500.000)	239.141.800	16,3%
2006 T1	2.025.688.587	(1.774.356.588)	175.932.399	(87.500.000)	263.432.399	18,0%
2006 T2	2.013.044.041	(1.734.557.877)	194.940.314	(87.500.000)	282.440.314	19,4%
2006 T3	1.985.500.412	(1.687.030.778)	208.928.744	(87.500.000)	296.428.744	20,7%
2006 T4	1.943.664.577	(1.632.077.013)	218.111.295	(87.500.000)	305.611.295	21,8%
2007 T1	1.888.012.263	(1.569.918.085)	222.665.924	(87.500.000)	310.165.924	22,8%
2007 T2	1.818.905.071	(1.500.699.830)	222.743.669	(87.500.000)	310.243.669	23,7%
2007 T3	1.736.603.080	(1.424.496.656)	218.474.497	(87.500.000)	305.974.497	24,5%
2007 T4	1.641.273.530	(1.341.314.295)	209.971.464	(87.500.000)	297.471.464	25,1%
2008 T1	1.532.996.051	(1.251.090.564)	197.333.841	(87.500.000)	284.833.841	25,7%
2008 T2	1.411.764.732	(1.153.693.877)	180.649.599	(87.500.000)	268.149.599	26,2%
2008 T3	1.277.487.125	(1.048.919.235)	159.997.523	(87.500.000)	247.497.523	26,7%
2008 T4	1.129.980.055	(936.481.297)	135.449.131	(87.500.000)	222.949.131	27,1%

y que este permanezca positivo durante el resto de la vida del proyecto. Además, la contribución marginal en la última columna de la Tabla 2.6 muestra un margen de beneficio creciente durante la vida del proyecto. (La contribución marginal se define como el precio unitario menos el coste unitario variable dividido por el coste unitario). Estas proyecciones son, por supuesto, predicciones, y están sujetas a errores. Volveremos sobre el error de predicción en el Capítulo 3. Por ahora, con las proyecciones del PFCF en la mano, como próximo paso nos centraremos en el proceso de valorar los flujos de caja esperados de Lecion.

## 2.4. VALORAR LOS FLUJOS DE CAJA DE LA INVERSIÓN

Una vez el analista ha estimado los flujos de caja futuros de una inversión, es el momento de valorarlos. Como ya aprendió en el curso de finanzas básicas, el valor de los flujos de caja futuros es igual al valor actual de los flujos de caja proyectados. Dicho simplemente, necesitamos descontar los flujos de caja futuros proyectados de vuelta al presente empleando una tasa de descuento que refleje de forma adecuada sus riesgos previstos.

La Figura 2.1 resumía el proceso de DCF. Hasta este momento nos hemos movido solo dentro del paso 1, que incluía estimar los flujos de caja de la inversión. Ahora, por conveniencia, asumiremos que hemos realizado el paso 2 y que sabemos cuál es la tasa de descuento apropiada para calcular el valor actual de los flujos de caja futuros<sup>15</sup>.

### Ejemplo: Valoración de los flujos de caja del proyecto de Lecion

Para ilustrar el paso 3 del proceso DCF, valoraremos los PFCF estimados para el proyecto de LCD de Lecion que se encuentran en la Tabla 2.6. Más adelante damos un breve repaso a las matemáticas necesarias para descontar flujos, para aquellos que lo necesiten. (Véase la explicación en el recuadro de Consejos técnicos sobre la mecánica de cálculo del valor temporal del dinero). Sin embargo, no dedicaremos espacio adicional al asunto; si necesita algo más que un repaso, puede consultar una de las muchas excelentes descripciones de la materia en cualquier manual de introducción a las finanzas.

Suponemos que el coste de oportunidad del capital para el proyecto de Lecion es del 21,55% anual, o 5% por trimestre, dado que los flujos de caja se reciben trimestralmente<sup>16</sup>. El factor de descuento para cada flujo de caja trimestral se define así:

$$\text{Factor de descuento del trimestre } t = \left( \frac{1}{1 + 0,05} \right)^t$$

El valor actual de cada flujo de caja trimestral es simplemente el producto del flujo de caja y un factor de descuento para el trimestre. Sumando los valores actuales de los flujos de caja generados por el proyecto en cada trimestre de funcionamiento (trimestres 1 a 20, véase Tabla 2.6), el valor de la inversión es 2.113.170.300 \$.

<sup>15</sup>Comentaremos la selección de la tasa de descuento apropiada y el cálculo del coste de capital en los Capítulos 4 y 5.

<sup>16</sup>La equivalencia formal entre el 5% compuesto trimestralmente y el 21,55% compuesto anualmente se basa en la igualdad:

$$(1 + 0,2155) = (1 + \text{Tasa trimestral compuesta})^4 = (1 + 0,05)^4$$

## Cómo evaluar la inversión con el VAN y la TIR

Si Lecion invierte 1.750 M\$ en el proyecto, como se indica en la Tabla 2.7, entonces el proyecto producirá 363 M\$ más de lo que cuesta, en términos de valor actual<sup>17</sup>. Esta diferencia entre el valor actual de los flujos de caja esperados y el coste inicial de la inversión es frecuentemente denominada **valor actual neto**, o simplemente VAN.

**Tabla 2.7** Valoración y descuento de flujos de caja

Trimestre	Flujo de caja estimado (\$) PFCF = EFCF	Factor de descuento	Valor actual (\$)
0	(1.750.000.000)	1.000	(1.750.000.000)
1	(176.397.186)	0,9524	(167.997.320)
2	(57.609.156)	0,9070	(52.253.202)
3	19.196.444	0,8638	16.582.610
4	79.913.359	0,8227	65.744.919
5	130.513.355	0,7835	102.260.628
6	173.245.997	0,7462	129.278.830
7	209.231.671	0,7107	148.697.042
8	239.141.800	0,6768	161.860.584
9	263.432.399	0,6446	169.810.873
10	282.440.314	0,6139	173.393.852
11	296.428.744	0,5847	173.315.747
12	305.611.295	0,5568	170.175.805
13	310.165.924	0,5303	164.487.612
14	310.243.669	0,5051	156.694.135
15	305.974.497	0,4810	147.178.965
16	297.471.464	0,4581	136.275.105
17	284.833.841	0,4363	124.272.061
18	268.149.599	0,4155	111.421.697
19	247.497.523	0,3957	97.943.174
20	222.949.131	0,3769	84.027.183
Valor del proyecto (valor actual de los flujos de caja de los trimestres 1 – 20) =			2.113.170.300
Coste inicial (gasto en el trimestre 0) =			(1.750.000.000)
Valor actual neto =			363.170.300

<sup>17</sup>Por simplificar, hemos supuesto que la inversión total en el proyecto se hace de forma instantánea. Obviamente, este no puede ser el caso, puesto que se requiere cierto tiempo para construir las fábricas y cargar y poner en funcionamiento el equipo. Más aún, las empresas habitualmente dividen una inversión de esta magnitud en etapas. Por ejemplo, podrían comprometer el importe mínimo necesario para capturar la oportunidad de inversión y comenzar el proyecto, pero reservarse la decisión sobre las etapas sucesivas hasta que se hayan alcanzado determinados hitos.



Otro indicador común del beneficio que se prevé que creará la inversión es la **tasa interna de rentabilidad**, o TIR, del proyecto. Definimos la TIR como la tasa de rendimiento compuesta que ganamos con la inversión, y la calculamos resolviendo la siguiente expresión:

$$\text{Desembolso de la inversión}_0 = \sum_{t=1}^N \frac{PFCF_t}{(1 + TIR)^t} \quad (2.8)$$

Al resolver la Ecuación 2.8 para las TIR trimestrales (dado que los flujos de caja son trimestrales), los analistas de Lecion obtienen un 6,55% trimestral<sup>18</sup>. Al analizar esta tasa, estiman que la inversión en LCD producirá un rendimiento del 28,91% anual<sup>19</sup>. Al comparar la TIR de 28,91% con el 21,55% de coste de capital que hemos empleado como tasa de descuento al calcular el valor de la inversión, Lecion concluye que la inversión es favorable.

Tanto el VAN como la TIR de la inversión indican que la inversión crea valor. ¿Implica esto que Lecion debería comprometerse con el proyecto e invertir 1.750 M\$ durante el próximo año? En un mundo de certidumbres, donde jamás se yerra en las proyecciones, la respuesta es un sí categórico. Sin embargo, en este caso concreto el análisis se basa en estimaciones muy inciertas de flujos de caja. Cuando la incertidumbre está presente, hay error de estimación, que puede desencadenar errores en cadena en la toma de decisiones.

Es posible que los gerentes, en un exceso de confianza, hayan aportado proyecciones optimistas en lugar de los flujos de caja realmente esperados. Alternativamente, puede que hayan sido gerentes con intereses creados en la aprobación del proyecto los que han hecho los números. Como consecuencia, las empresas, en general, no aprobarán un proyecto simplemente porque tiene un VAN positivo o porque las TIR exceden el coste de capital apropiado. Por estas razones, es importante profundizar más para comprender las incertidumbres que subyacen a las hipótesis y las proyecciones detrás de los VAN estimados antes de tomar la decisión final. En el Capítulo 3 explicamos dos formas diferentes de análisis de sensibilidad que son muy útiles a este respecto.

## Proyectos mutuamente excluyentes

Hasta este punto del análisis hemos evaluado el proyecto o la inversión en sí misma. A menudo el análisis conlleva la consideración de varias alternativas o proyectos que compiten,

<sup>18</sup>Despejar la TIR puede ser laborioso sin ayuda de una calculadora o una hoja de cálculo. En Excel hay una función TIR para calcularla (IRR en la versión en inglés), y casi todas las calculadoras financieras tienen una función similar. Si utiliza estas herramientas debe ser consciente, sin embargo, de que existen múltiples tipos de TIR, y de que estas funciones no le dirán que hay más de una. Véase una explicación de este asunto en el recuadro de Consejos técnicos sobre múltiples tasas de rendimiento.

<sup>19</sup>¿Se está preguntando por qué 28,91% no es igual a  $4 \times 6,55\%$ ? La razón es la composición de los flujos de caja intermedios (trimestrales). La inversión en realidad ingresa una tasa de rendimiento compuesta anual de  $(1 + 0,0655)^4 - 1 = 28,91\%$ .

### ¿Sabía usted?

#### La función VNA de Excel no calcula el valor actual neto

Excel tiene una función para calcular el VAN, llamada VNA en español y NPV en inglés, con los siguientes argumentos:

VNA(tasa, valor1, valor2, ...),

donde tasa es la tasa de descuento y valor1, valor2, etc. son los flujos de caja recibidos en los periodos 1, 2 y siguientes. En consecuencia, la función VNA calcula el valor presente de una corriente de flujos de caja futuros, donde el primero se recibe al final del primer periodo. El valor actual neto, por otra parte, considera un desembolso inicial en el periodo actual que no se descuenta en absoluto. Por tanto, podemos usar la función VNA para calcular el valor actual neto del siguiente modo:

$$\text{Valor actual neto} = \text{VNA}(\text{tasa}, \text{valor1}, \text{valor2}, \dots) - \text{desembolso inicial}_0$$

## CONSEJOS TÉCNICOS

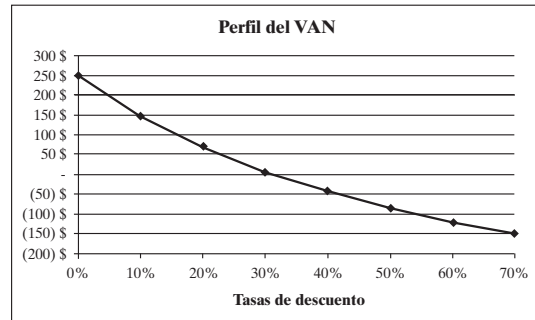
### Tasas internas de rentabilidad (TIR) múltiples

La TIR se define simplemente como la tasa de rentabilidad anual compuesta que produce una inversión. En un análisis preliminar de un proyecto de inversión, normalmente suponemos que los flujos de caja negativos asociados con un proyecto, como los costes de desarrollo, llegan al comienzo de la vida del proyecto, y que los flujos positivos llegan más tarde. En realidad, a menudo los flujos de caja positivos y negativos están intercalados. Cuando este es el caso, puede haber múltiples tasas de rentabilidad o TIR que hagan positivo el VAN de la inversión.

Podemos usar el perfil del valor actual neto (un gráfico del VAN para varias tasas de descuento) para ilustrar el problema. En primer lugar, considere una inversión típica con el siguiente esquema de flujos de caja:

<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>
(500) \$	400 \$	300 \$	50 \$

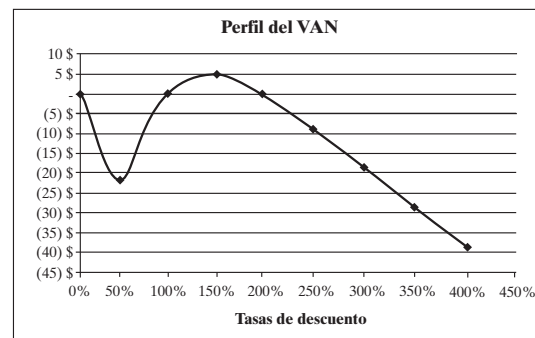
La TIR para estos flujos de caja es de 31,44%, como se puede identificar en el perfil del VAN representado en el gráfico.



Ahora considere el siguiente conjunto de flujos de caja del proyecto:

<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>
(200) \$	1.200 \$	(2.200) \$	1.200 \$

Nótese que el signo de estos flujos de caja cambia en tres ocasiones. Este hecho resulta en tres TIR diferentes (véase el gráfico). En este ejemplo, hay tres TIR que hacen el VAN igual a cero: 0%, 100% y 200%.



Hay casos en los que no se puede computar la TIR. Dejamos la búsqueda de un ejemplo para el lector. Considere el siguiente esquema de flujos de caja:

<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>
100 \$	(300) \$	350 \$

¿Cuál es su estimación de la TIR para estos flujos de caja?

y la empresa debe elegir solo una de ellas. Nos referimos a estas alternativas como **inversiones mutuamente excluyentes**, dado que la elección de una impide invertir en las demás.

Cuando Duke Energy se enfrenta a la oportunidad de construir una nueva central eléctrica, tiene un número de alternativas en cuanto al combustible para alimentar la central (por ejemplo, gas natural, gasóleo, nuclear, carbón o alguna combinación de las ante-

**C O N S E J O S   D E   L A   I N D U S T R I A**

**El modelo de tiempo de retorno**

Aunque los académicos suelen ridiculizarlo, el modelo de tiempo de retorno a menudo se usa en la práctica empresarial como herramienta para evaluar nuevas inversiones\*. El método es inmediato y consiste en estimar el número de años de flujos de caja esperados que se requieren para recuperar el desembolso inicial. Por ejemplo, una inversión de 4 M\$ hoy que produce flujos de caja anuales de 1 M\$ anual durante siete años tiene un tiempo de retorno de cuatro años.

El tiempo de retorno tiene tres inconvenientes muy conocidos. En primer lugar, no tiene en cuenta el valor del dinero. En segundo lugar, ignora el valor de los flujos de caja que se reciben después del periodo de retorno. Por último, el punto de corte no está ligado a las condiciones del mercado; depende de los sesgos del gerente y a menudo está obsoleto.

Para responder al primer problema, algunos calculan un tiempo de retorno descontado utilizando los flujos de caja descontados, para tener en cuenta el valor temporal del dinero. Por ejemplo, utilizando un 10% de descuento en el ejemplo anterior, el tiempo de retorno descontado se calcularía como sigue:

	Años						
(dólares)	1	2	3	4	5	6	7
PFCF	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Valor actual del PFCF	909.091	826.446	751.315	638.013	620.921	564.474	513.158
Valor actual acumulado	909.091	1.735.537	2.486.852	3.169.865	3.790.787	4.355.261	4.868.419
Tiempo de retorno descontado (años)	-	-	-	-	-	5,63	-

El tiempo de retorno descontado es de 5,63 años, en lugar de los 4 años que se obtienen cuando se desprecia el valor temporal de los flujos de caja futuros.

Aunque no es una idea óptima despreciar los pagos futuros, el tiempo de retorno puede aportar un vistazo rápido al riesgo de un proyecto, dado que un tiempo breve significa que la inversión está sometida a riesgo durante un periodo menor. En este sentido, no es raro que las empresas adopten un estándar de evaluación que excluya todo proyecto con un tiempo de retorno superior a un determinado umbral, por ejemplo de tres años.

\* Más del 55% de los directores financieros que respondieron a un estudio de John Graham y Campbell Harvey ("The Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence from the Field", *Journal of Financial Economics*, 60 [2001]) indicaron que siempre o casi siempre utilizaban el tiempo de retorno para valorar nuevas propuestas de inversión de capital.

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Breve revisión del cálculo de valor temporal del dinero

La mayor parte de los proyectos que analizamos en este libro son de larga duración, en el sentido de que aportarán flujos de caja durante varios años. Por tanto, un paso importante en la valoración de estos proyectos es traer estos flujos de caja futuros a su valor actual, de modo que podamos comparar su importe con el coste de realizar la inversión. El valor actual de una cadena de flujos de caja futuros es la suma en dólares de hoy de dichos flujos.

Para ilustrar esto, consideremos un proyecto que ofrece tres años de flujos de caja futuros:  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ . Si suponemos que los flujos de caja no tienen riesgo, entonces la tasa de descuento apropiada para los tres flujos de caja es el tipo de interés libre de riesgo que corresponde a un título a uno, dos y tres años vista. Se pueden inferir estos tipos a partir de los precios de mercado de los bonos libres de riesgo (deuda pública) a uno, dos y tres años, como sigue:

$$P_{\text{Año 1}} = \frac{\text{Nominal}_{\text{Año 1}}}{(1+r_1)^1}; \quad P_{\text{Año 2}} = \frac{\text{Nominal}_{\text{Año 2}}}{(1+r_2)^2}; \quad P_{\text{Año 3}} = \frac{\text{Nominal}_{\text{Año 3}}}{(1+r_3)^3},$$

donde  $P$  representa los valores actuales de mercado de los bonos a uno, dos y tres años descontados,  $r$  representa los tipos de interés actuales del mercado para los bonos, y  $\text{Nominal}$  es el valor nominal del bono que se paga al tenedor al final de cada año. Nótese que los bonos de descuento (letras del Tesoro) no pagan intereses, sino que solo devuelven todo su valor nominal al vencimiento.

Utilizando estas tasas libres de riesgo para los años uno a tres, hallamos el valor de la inversión a tres años con la fórmula siguiente:

$$VA = \frac{C_1}{(1+r_1)^1} + \frac{C_2}{(1+r_2)^2} + \frac{C_3}{(1+r_3)^3} \quad (2A.1)$$

riores). Cada tecnología tiene sus ventajas e inconvenientes particulares, pero en última instancia Duke debe elegir una y solo una. Para ordenar las alternativas, el VAN todavía es la mejor métrica, puesto que mide la contribución esperada del proyecto al valor de los recursos propios de Duke Energy. Sin embargo, en algunos casos las empresas tienen que escoger entre inversiones que compiten (mutuamente excluyentes) porque su capacidad para financiar nuevas inversiones es limitada. En esta situación, el criterio del VAN no es necesariamente el mejor para tomar la decisión entre las inversiones, y la empresa puede querer considerar sus tasas de rentabilidad o TIR, así como la rapidez con la que los proyectos devuelven la inversión, de modo que el capital pueda ser reciclado e invertido en nuevos proyectos.

Muchas oportunidades de inversión incluyen su propia alternativa mutuamente excluyente en la forma de una ejecución o implementación demorada. Por ejemplo, la oportunidad de inversión en LCD de Lecion se analizó como si, de no abordarse inmediatamente, se fuera a perder. A menudo ocurre, sin embargo, que la empresa que posee la ventaja tecnológica tiene cierto grado de flexibilidad en cuanto a cómo de rápido tiene que moverse para capitalizar esa ventaja. Si, por ejemplo, Lecion pudiese retrasar en un

Nótese que hemos especificado una tasa de descuento diferente para cada flujo de caja anual. Para simplificar, y dado que tratamos con estimaciones, es habitual utilizar la misma tasa de descuento,  $r$ , para todos los periodos futuros. Esto es:

$$VA = \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} = \sum_{i=1}^3 \frac{C_i}{(1+r)^i} \quad (2A.2)$$

La asunción de una única tasa de descuento es particularmente conveniente cuando consideramos los problemas asociados a la estimación de una tasa de descuento apropiada para proyectos con riesgo. (Hablaemos del coste de capital para proyectos con riesgo en el Capítulo 5).

Una variante popular de la Ecuación 2A.2 describe el valor actual de un conjunto de flujos de caja que crecen a una tasa constante  $g$  de modo que  $C_2 = C_1 (1+g)^1$  y  $C_3 = C_1 (1+g)^2$ . Si  $g$  es menor que  $r$ , entonces podemos reescribir la Ecuación 2A.2 como sigue:

$$VA = \frac{C_1}{(r-g)} \left( 1 - \frac{(1+g)^3}{(1+r)^3} \right) \quad (2A.3)$$

Si el número de periodos en que se reciben los flujos de caja es muy elevado, entonces la Ecuación 2A.3 se aproxima por:

$$VA = \frac{C_1}{(r-g)} \quad (2A.4)$$

La Ecuación 2A.4 es comúnmente conocida como la **fórmula de crecimiento de Gordon**, de Myron Gordon, cuyo nombre se asocia a menudo con ella<sup>20</sup>.

año el inicio de la fábrica de LCD, la información que conseguiría sobre la aceptación de productos similares en el mercado y la tasa de decaimiento del precio podría hacer el proyecto aún más valioso para Lecion. En consecuencia, los analistas de la empresa no solo deberían considerar como mutuamente excluyentes las tecnologías alternativas, sino también demorar la ejecución de la inversión. Volveremos a reflexionar sobre la opción de retrasar la inversión cuando hablemos de opciones reales en el Capítulo 11. Pero por ahora, es crítico que el analista considere si la empresa tiene o no una opción viable de posponer y, si es así, qué información obtendría la empresa que sirviera para hacer una valoración más precisa.

<sup>20</sup>El modelo de crecimiento de Gordon es otra relación DCF muy conocida en finanzas, y representa la suma de la siguiente progresión geométrica:

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{C_0(1+g)^t}{(1+r)^t} = C_0 \sum_{t=1}^{\infty} \frac{(1+g)^t}{(1+r)^t}, \text{ que se puede reducir a } C_0 \frac{(1+g)}{(r-g)} \text{ o } C_1 \frac{1}{(r-g)},$$

donde  $r > g$ , y  $C_1$  es igual a  $C_0(1+g)$ .

Aprovechamos los problemas que surgen al analizar la posibilidad de retrasar el inicio de un proyecto para enfatizar una realidad de la vida que los analistas afrontan a diario. Es la siguiente: por muy sofisticadas que sean las herramientas que se empleen para realizar la valoración, siempre subsiste la necesidad del juicio subjetivo. La utilidad del análisis es informar al analista para que pueda, en última instancia, tomar una decisión mejor.

## 2.5. RESUMEN

El valor de un proyecto de inversión viene determinado por los flujos de caja que produce. En este capítulo hemos explicado cómo valorar las oportunidades de inversión utilizando el análisis DCF, mediante el proceso de tres pasos resumido aquí:

Pasos	Valoración de la inversión
<b>Paso 1:</b> Predecir el importe y el calendario de los flujos de caja futuros.	Proyectar (predecir) el PFCF.
<b>Paso 2:</b> Estimar una tasa de descuento adecuada al riesgo (Capítulos 4 y 5).	Combinar la tasa de descuento de la deuda y los recursos propios (coste medio ponderado del capital, WACC).
<b>Paso 3:</b> Descontar los flujos de caja.	Descontar el PFCF utilizando el WACC para estimar el valor del proyecto en su conjunto.

El objetivo principal de este capítulo es identificar y proyectar los ingresos y costes incrementales, necesarios para estimar los flujos de caja esperados. Aunque el análisis de flujos de caja es un elemento clave en la valoración de la inversión, el proceso que se sigue para hacer las proyecciones es por fuerza subjetivo y cargado de errores de estimación potenciales. En consecuencia, la proyección de flujos de caja es mitad ciencia mitad arte. Esto no significa que el analista pueda tirarse a la piscina y dedicarse a escrutar una bola de cristal, puesto que las buenas proyecciones se apoyan en análisis económicos sólidos y en una atención rigurosa a los detalles de la definición correcta de los flujos de caja.

Un aspecto clave que extraer de este capítulo es que proyectar es un trabajo duro y sujeto a errores potencialmente enormes. Para minimizar el efecto de estos errores de proyección, los buenos analistas siguen un enfoque en tres etapas: En primer lugar, se toman el problema de la proyección muy en serio y utilizan toda la información y tecnología a su alcance para elaborarla. En segundo lugar, como veremos en el Capítulo 3, elaboran análisis de los posibles riesgos posteriores a la proyección que los preparen para un amplio abanico de resultados factibles. Por último, intentan mantener la flexibilidad en la forma de implementar la inversión, de modo que puedan responder a imprevistos futuros. Diremos más sobre este último punto en el Capítulo 3 y más tarde en el Capítulo 11.

## PROBLEMAS

**2.1. CÁLCULO DEL PFCF.** En el verano de 2007, Jemison Electric estaba considerando una inversión en un nuevo centro de distribución. El director financiero de Jemison prevé unos

ingresos antes de intereses e impuestos (EBIT) adicionales de 100.000 \$ en el primer año de funcionamiento del centro en 2008, y durante los siguientes 5 años la empresa estima que este importe crezca un 5% anual. El centro de distribución requerirá una inversión inicial de 400.000 \$ que se amortizarán a lo largo de un periodo de cinco años, hasta llegar a un valor residual de cero, siguiendo un método lineal de 80.000 \$ al año. Además, Jemison espera invertir una cantidad igual al gasto anual de amortización para mantener la instalación física. Estos gastos adicionales de capital también se amortizan durante un periodo de cinco años, hasta llegar a un valor residual nulo. El director financiero de Jemison estima que el centro de distribución necesitará un capital circulante neto igual al 20% del nuevo EBIT (*i. e.*, la variación interanual del EBIT).

Suponiendo que la empresa tiene un tipo impositivo del 30%, calcule los PFCF para cada uno de los próximos cinco años.

2.2. CÁLCULO DEL EFCF. Calcule el EFCF para los próximos cinco años del proyecto del centro de distribución del Problema 2.1. Suponga que el gasto por intereses (gasto financiero) de la empresa durante los próximos cinco años se basa en una tasa del 10% de la deuda pendiente al final del año. (Esto es, se asume que todo el dinero es tomado en préstamo y repagado al comienzo del año). El dinero que la empresa tiene en préstamo es 120.000 \$. Esta deuda requiere pagos de principal de 15.000 \$ al año durante los siguientes cinco años. Además, la empresa planea pedir otros 10.000 \$ al año para hacer los pagos de principal requeridos. El interés de la deuda nueva es del 10% anual.

2.3. PFCF INTEGRAL. TCM Petroleum es una compañía petrolífera con base en Fort Worth, Texas. Sus estados financieros de 2005 y 2006 fueron los siguientes (en millones de dólares):

	<b>Dic. 2006</b>	<b>Dic. 2005</b>
Ingresos	13.368,00 \$	12.211,00 \$
Coste de los bienes vendidos	<u>(10.591,00)</u>	<u>(9.755,00)</u>
Ingresos brutos	2.777,00	2.456,00
Gastos de venta, generales y administrativos	<u>(698,00)</u>	<u>(704,00)</u>
Resultado bruto de explotación	2.079,00	1.752,00
Amortización	<u>(871,00)</u>	<u>(794,00)</u>
Beneficio operativo	1.208,00	958,00
Gastos financieros	(295,00)	(265,00)
Ingresos o gastos no operativos	151,00	139,00
Elementos especiales		<u>20,00</u>
Ingresos antes de impuestos	1.064,00	852,00
Ingresos totales antes de impuestos	<u>(425,60)</u>	<u>(340,80)</u>
Beneficio neto	<u><u>638,40 \$</u></u>	<u><u>511,20 \$</u></u>

En 2005 TCM realizó gastos de capital de 875 M\$, y en 2006 de 1.322 M\$. TCM también invirtió 102 M\$ adicionales en capital circulante neto en 2005, y en 2006 disminuyó esta cifra en 430 M\$.

- a. Calcule el PFCF de TCM para 2005 y para 2006. Los impuestos de TCM son del 40%.
- b. Estime el PFCF de TCM para 2007-2011, utilizando las siguientes asunciones: los ingresos operativos continúan creciendo al 10% anual durante los próximos cinco años, se espera que el CAPEX sea de 1.000 M\$ al año, las nuevas inversiones en capital circulante neto se cifran en 100 M\$ al año, y el gasto de amortización es igual al del año anterior más el 10% del CAPEX del año anterior. Nótese que dado que TCM está en funcionamiento, no tenemos que preocuparnos del valor de liquidación de sus activos al final de 2011.

2.4. INTRODUCCIÓN A LA VALORACIÓN DE PROYECTOS. La cadena de tiendas Sub Stop de Steve (conocido como Steve's) está considerando invertir en hornos tostadores en todas sus 120 tiendas del sudoeste de Estados Unidos. Los hornos tostadores transportadores de alta capacidad, manufacturados por Lincoln, requerirán una inversión inicial de 15.000 \$ por tienda más 500 \$ en costes de instalación, lo que da una inversión total de 1.860.000 \$. El capital nuevo (incluyendo los costes de instalación) se amortizará de forma lineal durante cinco años hasta llegar a un valor residual de cero. Además, Steve's incurrirá en gastos de mantenimiento adicionales de los hornos por un total de 120.000 \$ al año. En el momento actual los ingresos de las 120 tiendas suman 900.000.000 \$, y la compañía estima que añadir el tostador incrementará las ventas en un 10%.

- a. Si Steve's sufre unos impuestos del 30%, ¿cuáles son los PFCF esperados para cada uno de los próximos cinco años, como consecuencia de la inversión en los hornos tostadores?
- b. Si Steve's usa una tasa de descuento del 9% para analizar su inversión, ¿cuál es el VAN del proyecto? ¿Debería aprobarse el proyecto?

2.5. INTRODUCCIÓN A LA VALORACIÓN DE PROYECTOS. South Tel Communications está valorando la compra de un nuevo sistema de gestión del *software*. El sistema se llama B-Image, y se espera que reduzca drásticamente el tiempo que los técnicos de la empresa dedican a instalar *software* nuevo. Los técnicos de South Tel actualmente gastan 6.000 horas al mes en instalaciones, que cuestan 25 \$ por hora a la empresa. Los proveedores del sistema B-Image afirman que su producto puede reducir el tiempo de instalación en al menos un 25%. El sistema requiere una inversión inicial de 55.000 \$ y una inversión adicional de 10.000 \$ en formación de los técnicos para usarlo. Las actualizaciones costarán a la empresa 15.000 \$ al año. Dado que la inversión se realiza en *software*, se puede anotar completamente en el año de compra (*i. e.*, no hay amortización). South Tel tiene unos impuestos del 30% y emplea un 9% de coste de capital para evaluar proyectos de este tipo.

- a. Suponiendo que South Tel tiene ingresos gravables suficientes de otros proyectos como para asumir el coste del *software* de forma inmediata, ¿cuáles son los PFCF para los años 0 a 5?
- b. Calcule el VAN y la TIR del proyecto.

2.6. INTRODUCCIÓN A LA VALORACIÓN DE PROYECTOS. CT Computers está considerando si empezar a ofrecer a sus clientes la opción de entregar sus ordenadores viejos cuando la empresa compre un sistema de reciclaje. El sistema de reciclaje requeriría que CT invir-



tiera 600.000 \$ en comprar imanes y trituradoras. La compañía estima que por cada ordenador que reciclase generaría 1.50 \$ en ingresos incrementales, provenientes de la venta de chatarra y plástico. La maquinaria tiene una vida útil de cinco años y se amortizará de forma lineal hasta un valor residual de cero. CT piensa que en el primer año reciclará 100.000 ordenadores, que aumentarán un 25% anual durante los próximos cinco años. La empresa usa una tasa de descuento del 15% para analizar su gasto de capital y paga unos impuestos del 30%.

- a. ¿Cuáles son los PFCF de este proyecto?
- b. De acuerdo con el VAN y la TIR, ¿debería CT invertir en este proyecto?
- c. Judy Dunbar, la gerente del proyecto, está preocupada de que CT solo consiga 75.000 ordenadores para reciclar durante el primer año. Si está en lo cierto, y manteniendo la tasa de crecimiento del 25%, ¿debería CT seguir considerando la inversión?

2.7. VALORACIÓN DE PROYECTOS. Glentech Manufacturing está considerando la compra de un manipulador automático de piezas para la sección de ensamblado y pruebas de su fábrica de Phoenix, Arizona. El manipulador costará 250.000 \$, más 10.000 \$ en concepto de instalación y formación de empleados. Si la compañía emprende la inversión, automatizará una parte de la sección de pruebas de semiconductores y reducirá los costes operativos en 70.000 \$ al año durante los próximos 10 años. Sin embargo, pasados cinco años de la vida de la inversión, Glentech tendrá que gastar 100.000 \$ adicionales para actualizar y renovar el manipulador. La inversión se amortizará de forma lineal durante 10 años, y los costes de renovación se amortizarán también linealmente durante los cinco años restantes de la inversión. En 10 años se espera que el manipulador valga 5.000 \$, aunque su valor en libros será cero. La tasa de impuestos de Glentech es del 30%, y el coste de oportunidad del capital es del 12%.

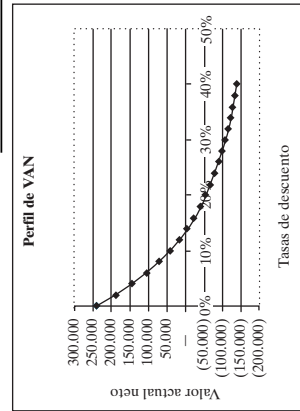
El Anexo P2.7.1 contiene los flujos de caja del proyecto, que se pueden emplear para llevar a cabo una evaluación DCF de su contribución al valor de la empresa. Conteste a las siguientes preguntas sobre el proyecto:

- a. ¿Es un proyecto interesante para Glentech? ¿Por qué?
- b. ¿Qué podemos decir sobre el proyecto a partir del perfil del VAN del Anexo P2.7.1?
- c. Si el proyecto estuviese parcialmente financiado mediante deuda, ¿cómo afectaría este hecho a los flujos de caja de la inversión? ¿Cómo afectaría al valor de la inversión financiar una parte del desembolso inicial?
- d. El proyecto requiere dos inversiones: una inmediatamente, y la otra al final del quinto año. ¿Cuánto gana Glentech por su inversión y cómo deberíamos tener en cuenta el desembolso adicional del quinto año en los cálculos?
- e. ¿Qué consideraciones se pueden hacer sobre el riesgo de esta inversión? ¿Cómo investigaríamos los riesgos potenciales de la inversión?

2.8. VALORACIÓN DE PROYECTOS. HMG está considerando la manufactura de un nuevo compuesto químico que se usa para fabricar contenedores de plástico de alta presión. Se requiere una inversión de 4 M\$ en instalaciones y equipo. La empresa estima que la inversión tendrá una vida de cinco años, y considera una amortización lineal hacia un valor de cero. Sin embargo, la inversión tiene un valor residual previsto del 10% de su coste original.

### Anexo P2-7.1 Estimaciones de los flujos de caja de Glentech Manufacturing

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Desembolsos de la inversión</b>											
Compras de equipo	(250.000)										
Costes de instalación	(10.000)										
Desembolso inicial	(260.000)										
Valor residual después de impuestos											3.500
<b>Flujos de caja disponibles</b>											
Ahorro de gastos operativos		70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
Menos: gastos por amortización		(26.000)	(26.000)	(26.000)	(26.000)	(26.000)	(26.000)	(26.000)	(26.000)	(26.000)	(26.000)
Ingresos operativos añadidos		44.000	44.000	44.000	44.000	44.000	44.000	44.000	44.000	44.000	44.000
Menos: impuestos		(13.200)	(13.200)	(13.200)	(13.200)	(13.200)	(13.200)	(13.200)	(13.200)	(13.200)	(13.200)
NOPAT		30.800	30.800	30.800	30.800	30.800	30.800	30.800	30.800	30.800	30.800
Más: amortización		26.000	26.000	26.000	26.000	26.000	26.000	26.000	26.000	26.000	26.000
Menos: CAPEX	(260.000)	—	—	—	—	(100.000)	—	—	—	—	—
<b>Flujo de caja disponible</b>	<b>(260.000)</b>	<b>56.800</b>	<b>56.800</b>	<b>56.800</b>	<b>56.800</b>	<b>56.800</b>	<b>62.800</b>	<b>62.800</b>	<b>62.800</b>	<b>62.800</b>	<b>66.300</b>



**Anexo P2.8.1 Análisis del proyecto de HMG****Datos:**

Inversión	4.000.000	
Vida de las instalaciones	5	
Valor residual	400.000	
Coste variable (%)	45%	
Coste operativo fijo	1.000.000	
Tipo impositivo	38%	
Capital circulante	10%	Variación de ingresos
Tasa de rendimiento exigida	15%	

	0	1	2	3	4	5
Volumen de ventas		1.000.000	1.500.000	3.000.000	3.500.000	2.000.000
Precio unitario		2,00	2,00	2,50	2,50	2,50
Ingresos		2.000.000	3.000.000	7.500.000	8.750.000	5.000.000
Costes operativos variables		(900.000)	(1.350.000)	(3.375.000)	(3.937.500)	(2.250.000)
Costes operativos fijos		(1.000.000)	(1.000.000)	(1.000.000)	(1.000.000)	(1.000.000)
Gastos de amortización		(800.000)	(800.000)	(800.000)	(800.000)	(800.000)
Beneficio operativo neto		(700.000)	(150.000)	2.325.000	3.012.500	950.000
Menos: impuestos		266.000	57.000	(883.500)	(1.144.750)	(361.000)
NOPAT		(434.000)	(93.000)	1.441.500	1.867.750	589.000
Más: amortización		800.000	800.000	800.000	800.000	800.000
Menos: CAPEX	(4.000.000)	—	—	—	—	248.000
Menos: capital circulante	(200.000)	(100.000)	(450.000)	(125.000)	375.000	500.000
Flujo de caja disponible	(4.200.000)	266.000	257.000	2.116.500	3.042.750	2.137.000
Valor actual neto (VAN)	419.435					
Tasa interna de rentabilidad (TIR)	18,01%					

Las cifras de kilogramos de compuesto químico que HMG espera vender durante los cinco años de vida del proyecto son las siguientes (en millones): 1; 1,5; 3; 3,5 y 2.

Para hacer funcionar la nueva fábrica, HMG estima que incurrirá en unos gastos operativos fijos adicionales de 1 M\$ al año, y unos gastos operativos variables iguales al 45% de los ingresos. Además, HMG estima que necesitará invertir el 10% del incremento de ingresos previsto cada año en capital circulante neto. Se espera que el precio por kilogramo del nuevo compuesto sea de 2 \$ en los años 1 y 2, y de 2,50 \$ en los años 3, 4 y 5. El tipo impositivo de HMG es el 38%, y exige una tasa de rendimiento del 15% en sus inversiones nuevas.

El Anexo P2.8.1 contiene los flujos de caja proyectados para la vida completa de la inversión propuesta. Nótese que el flujo de caja de la inversión se deriva de los ingresos y costes adicionales asociados a la inversión propuesta.

- a. ¿Este proyecto crea valor para el accionista? ¿Cuánto? ¿Debería HMG aprobar la inversión?
- b. ¿Qué ocurriría si la estimación de los costes variables subiese hasta el 55%? ¿Afectaría esto a su decisión?

2.9. VALORACIÓN DE PROYECTOS. Carson Electronics está considerando comprar una nueva máquina de manipulación de materiales para sus operaciones de manufactura. La máquina cuesta 760.000 \$ y se amortizará linealmente hasta un valor residual de cero en los próximos cinco años. Durante la vida de la máquina no serán necesarios nuevos gastos de capital ni inversiones adicionales en capital circulante. Se espera que el nuevo manipulador ahorre a Carson 250.000 \$ al año, antes de impuestos, que son del 30%. El director financiero de Carson ha analizado recientemente el coste de oportunidad del capital y lo ha estimado en un 9%.

- a. ¿Cuáles son los PFCF anuales?
- b. ¿Cuáles son el VAN y la TIR del proyecto? ¿Debería Carson emprender el proyecto?
- c. El nuevo jefe de manufactura de Carson está preocupado porque duda que el nuevo manipulador ahorre lo que promete. De hecho, predice que los ahorros serán un 20% menores de lo proyectado. ¿Cuáles son el VAN y la TIR del proyecto en este escenario?

## PALABRAS CLAVE

Apalancamiento financiero  
 Descuento de flujos de caja (DCF)  
 Evaluación estratégica  
 Flujo de caja disponible de recursos propios (EFCF)  
 Flujo de caja disponible del proyecto (PFCF)  
 Fórmula de crecimiento de Gordon  
 Gasto de capital (CAPEX)  
 Gasto por amortización (DA)  
 Inversiones mutuamente excluyentes  
 Modelo de tiempo de retorno  
 Tasa interna de rentabilidad (TIR)  
 Valor actual neto (VAN)  
 Variación en el capital circulante neto (WC)

# Análisis del riesgo del proyecto

## Presentación del capítulo

**E**n este capítulo investigamos las fuentes de incertidumbre en las proyecciones de los flujos de caja futuros. Aunque estos flujos se presentan mediante las cuentas de resultados del proyecto, no son cuentas históricas. Son cuentas de resultados pro forma, o proyectadas, y por tanto son altamente inciertas. Este capítulo también describe los diferentes enfoques que se utilizan para analizar el riesgo y enfrentar la incertidumbre. En concreto, bajo el amplio paraguas del análisis de sensibilidad, consideramos el análisis de escenarios, el análisis de sensibilidad del punto muerto y la simulación de Montecarlo. Por último, presentamos una reflexión inicial sobre el papel que puede desempeñar la flexibilidad de la inversión sobre los flujos de caja esperados, y sobre el rol de los árboles de decisión como organizadores de la flexibilidad del proceso de aprobación. Retomaremos este tema de nuevo en los Capítulos 11 y 12, donde consideramos el análisis de opciones reales.

## 3.1. INTRODUCCIÓN

El uso del análisis de descuento de flujos de caja (DCF) para evaluar inversiones relevantes y de larga duración está ampliamente aceptado en todo el mundo. En su forma más simple, analizar los gastos de capital utilizando DCF supone estimar una única cadena de flujos de caja esperados, descontarlos y tomar una decisión basada en una sola estimación del VAN de la inversión. En la práctica, sin embargo, las decisiones de inversión suceden en un mundo de resultados futuros inciertos, donde hay más eventos que podrían ocurrir que eventos que realmente ocurrirán, lo que hace el análisis de la inversión considerablemente más complejo.

En este capítulo abordamos explícitamente el desafío de la incertidumbre y nos centramos en el análisis del riesgo de la inversión. En particular, consideraremos varias técnicas que los analistas financieros utilizan para llegar hasta los factores primarios que generan el valor de una inversión y los riesgos que producen.

Para comprender de qué modo se tiene en cuenta la incertidumbre en el análisis de una inversión, es útil observar cómo los analistas financieros evalúan nuevas oportunidades en dos fases:

- En la fase 1, el analista intenta prever los posibles resultados de la inversión y producir una estimación de lo que piensa o espera que ocurra. Este análisis es la base para estimar un valor esperado de la inversión, junto con el VAN, la TIR y otras medidas del valor de la inversión.
- En la fase 2, el analista detalla las fuentes de riesgo subyacentes. Esto consiste en identificar los factores generadores de valor de la inversión y la incertidumbre que caracteriza a cada uno de ellos. Una vez identificados los riesgos, el analista buscará el modo de mitigar algunos de ellos, reconocerá la exposición de la empresa a otros, y señalará la necesidad de vigilarlos cuidadosamente durante toda la vida del proyecto.

El desafío para el analista financiero al poner en práctica el método DCF, por tanto, es doble: en primer lugar, debe hacer todas las proyecciones y asunciones necesarias para generar una estimación del VAN de la inversión, como ilustramos en el Capítulo 2; en segundo lugar, debe realizar un análisis en profundidad de las asunciones utilizadas al calcular el VAN para poder enfrentarse a lo que pueda ocurrir cuando las cosas no sigan el curso previsto. En este capítulo describimos varias herramientas que los analistas pueden emplear para poner a prueba sus estimaciones del VAN de una propuesta de proyecto. Estas herramientas incluyen el análisis de escenarios, el análisis de sensibilidad del punto muerto y la simulación de Montecarlo.

Las herramientas del análisis de inversiones que describiremos en este capítulo pueden dar la impresión de una elevada precisión científica. Sin embargo, la base subyacente para usarlas es inherentemente subjetiva, dado que descansa sobre el juicio de quien realiza el análisis. Este hecho resulta a menudo desconcertante para los analistas financieros más “amigos de los números”, que buscan respuestas en las técnicas y en las herramientas. Así, un aprendizaje clave en este capítulo es que hay que aceptar la naturaleza inherentemente subjetiva del proceso de evaluación de una inversión y el papel crítico que el juicio humano y la experiencia desempeñan<sup>1</sup>.

## 3.2. LA INCERTIDUMBRE Y EL ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

El discurso de este capítulo se centra en la **valoración de proyectos**, es decir, la evaluación de las inversiones en proyectos que una empresa individual considera. Sin embargo, las herramientas y la explicación son igualmente aplicables a la **valoración de empresas**, la evaluación de la compra de empresas completas, de la que hablaremos en los Capítulos 6 y 7.

### El proceso de inversión con flujos de caja en riesgo

El enfoque que adoptamos en el Capítulo 2 consistía en un proceso de valoración en tres pasos:

1. Estimar el importe y el calendario de los flujos de caja futuros para cada año de vida de la inversión propuesta.
2. Identificar una tasa de descuento adecuada al riesgo.

---

<sup>1</sup>A menudo señalamos a nuestros estudiantes más orientados a las técnicas que, si no hiciera falta el juicio humano..., ¡no harían falta analistas financieros!

3. Calcular el valor actual de los flujos de caja futuros. Si el VAN esperado de los flujos de caja del proyecto es positivo después de considerar todas las entradas y salidas de caja relevantes, entonces la empresa debería abordar el proyecto.

En teoría, este enfoque arroja la mejor estimación del valor que crea el proyecto de inversión. Sin embargo, en la práctica las estimaciones de los flujos de caja son, en el mejor de los casos, meras conjeturas, y en el peor, puras fantasías. Por tanto, el análisis DCF inicial debería ser contemplado solo como la primera fase del proceso de valoración. A este cálculo le sigue la segunda fase, donde el analista lleva a cabo una especie de cirugía exploratoria sobre la estimación inicial. El objetivo de este segundo análisis es explorar los factores generadores de valor de la inversión, aquellos que son críticos para el éxito del proyecto. El analista no puede eliminar la incertidumbre, pero puede comprender mejor la sensibilidad relativa del VAN del proyecto a distintas variables clave.

Como ejemplo, consideremos la siguiente oportunidad de inversión en un fertilizante orgánico.

### Ejemplo: La propuesta del Earthilizer

CSM, Inc. se está planteando invertir en un proyecto que requiere una inversión inicial de 580.000 \$ para producir y comercializar un nuevo fertilizante orgánico fabricado a partir de estiércol de vaca. El producto, Earthilizer, ha sido desarrollado por la división agrícola de CSM en los últimos tres años para responder a dos situaciones: por una parte, hay una demanda creciente de los “granjeros orgánicos”, y por otra, las granjas se enfrentan a una regulación medioambiental cada vez más restrictiva en lo relativo a la eliminación de los excrementos del ganado. En combinación, la dirección de CSM percibe que estas presiones se pueden reconvertir para dar lugar a una oportunidad de inversión muy prometedora.

CSM ha probado el producto exhaustivamente como fertilizante líquido sustitutivo de los fertilizantes químicos, más habituales y costosos, que los granjeros y rancheros han utilizado desde la Segunda Guerra Mundial. El producto se comercializará en forma concentrada, de modo que un litro de Earthilizer genere unos 100 litros de fertilizante útil.

El producto no solo es totalmente orgánico, sino también más barato que los fertilizantes químicos tradicionales, que se fabrican usando petróleo y cuestan unos 25 \$ por acre para cultivar pasto y heno; el Earthilizer utiliza el estiércol del ganado, cuesta menos de 20 \$ por aplicación y no se requiere más de una aplicación durante la temporada de crecimiento.

Los analistas de CSM estiman que una inversión inicial de 580.000 \$ bastará para dar salida al Earthilizer. Esta inversión se descompone en 250.000 \$ de capital circulante y 330.000 \$ de instalaciones y equipo.

#### Estimación de los PFCF del Earthilizer

Si se aprueba el proyecto, la división agrícola de CSM planea iniciar de forma inmediata la construcción de las nuevas instalaciones. La manufactura y distribución del Earthilizer estarán funcionando a finales de 2007, y los primeros ingresos se esperan para 2008. La Tabla 3.1 contiene las proyecciones financieras del proyecto. Consisten en una cuenta de resultados (panel a), balance (panel b) y flujos de caja (panel c) pro forma, que cubren los cinco años que CSM utiliza para evaluar la inversión. Por supuesto, si el proyecto tiene éxito, podría operar durante muchos más años. No obstante, es una práctica estándar en muchas empresas seleccionar una vida arbitraria para la inversión y analizar la inversión como si se fuese a cerrar al final del periodo elegido.

### ¿Sabía usted?

#### Los animales de granja: una fuente importante de energía alternativa\*

Los excrementos y otros productos de desecho de las vacas, cerdos y otros animales han sido considerados durante mucho tiempo como una fuente de contaminación de las aguas subterráneas. Sin embargo, las nuevas tecnologías que convierten estos desechos en energía indican que se trata de una vasta fuente sin explotar en los Estados Unidos. Por ejemplo, alimentada con los excrementos de 900 vacas, una granja de Wisconsin ahora produce unos 6,5 millones de kWh al año, suficiente para suministrar energía a 600 hogares. Por su parte, el matadero Swift & Co. firmó recientemente una carta de intenciones para construir una instalación de producción de biogás. El biogás de las siete plantas de Swift tiene el potencial de generar el equivalente a 25.000 barriles de gasóleo para calefacción al día.

\* [http://news.com.com/Manufacturing+power+from+manure/2009-11395\\_3-6057795.html](http://news.com.com/Manufacturing+power+from+manure/2009-11395_3-6057795.html)

CSM es una empresa financiada de forma muy conservadora, que costea todas sus inversiones a partir de flujos de caja generados internamente (*i. e.*, no pide fondos prestados para realizar nuevas inversiones). En consecuencia, el proyecto está financiado solo con recursos propios, como evidencia el hecho de que no hay gastos financieros en las cuentas de resultados (panel a de la Tabla 3.1) ni hay ninguna financiación de deuda en los balances pro forma (panel b).

El panel c de la Tabla 3.1 detalla las estimaciones de la dirección de los PFCF. Nótese que la dirección de CSM espera que el flujo de caja del proyecto sea positivo en 2008 (el primer año de operaciones) y todos los años posteriores.

Los cálculos de los flujos de caja desde 2008 hasta 2012 se basan en las siguientes estimaciones y asunciones claves:

- Estas estimaciones suponen que el proyecto requerirá una inversión inicial de 580.000 \$ al final de 2007, que incluyen 250.000 \$ en capital circulante neto y 330.000 \$ en propiedades, instalaciones y equipo.
- Se espera que las ventas sean de 1.000.000 \$ en 2008, y que crezcan a una tasa anual del 10% durante los cinco años planificados (panel a).
- El coste de los bienes vendidos es igual al 67,40% de las ventas<sup>2</sup>, mientras que los gastos operativos antes de amortización son del 10% de las ventas más un importe fijo igual a 115.000 \$ al año (panel a).
- La empresa utiliza amortización lineal, en la que se asume que las instalaciones y el equipo tienen una vida útil de 10 años y un valor residual de cero (paneles a y b).
- Se utiliza un tipo de impuestos del 30% (panel a).
- Para los años 2008 a 2012, la empresa estima que sus necesidades de capital circulante neto serán iguales al 25% de las ventas de Earthlizer. Se asume un CAPEX de 330.000 \$ en 2007 y cero en todos los años futuros<sup>3</sup> (panel c).

CSM asume que cerrará el proyecto en 2012, y en ese momento producirá un flujo de caja terminal de 692.050 \$. Este flujo de caja terminal es igual a la suma del NOPAT más el gasto por amortización de 2012 (*i. e.*,  $128.020 + 33.000 = 161.020$  \$) más el valor de liquidación (que se espera sea igual al valor en libros) de la inversión de la empresa en capital circulante neto (*i. e.*, 366.030 \$ en el panel b) y el valor en libros de las instalaciones y el equipo al final de 2012 (*i. e.*, 165.000 \$ en el panel b)<sup>4</sup>.

<sup>2</sup>Esta ratio implica un margen bruto de beneficios de  $32,6\% = 100\% - 67,4\%$ .

<sup>3</sup>Estamos asumiendo que no se requerirá capacidad adicional de instalaciones durante los cinco años planificados. CSM simplemente gasta 330.000 \$ en 2007.

<sup>4</sup>Asumimos que cuando el proyecto se cierra, CSM realiza un flujo de caja igual al valor en libros de sus inversiones en el capital circulante neto del proyecto y las propiedades, instalaciones y equipo. Si la empresa tiene estimaciones mejores de los valores de esos activos, entonces deberían emplearse estas (y los impuestos sobre todas las ganancias y pérdidas de esos activos) para estimar el flujo de caja terminal de la inversión.



**Tabla 3.1 CSM, Inc. Proyecto de inversión en Earthilizer**

<b>Panel a. Cuentas de resultados pro forma</b>						
<b>Cuenta de resultados (en miles de dólares)</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	
Ventas (incremento anual del 10%)	1.000,00	1.100,00	1.210,00	1.331,00	1.464,10	
Coste de bienes vendidos	(674,00)	(741,40)	(815,54)	(897,09)	(986,80)	
Beneficio bruto	326,00	358,60	394,46	433,91	477,30	
Gastos operativos antes de amortización	(215,00)	(225,00)	(236,00)	(248,10)	(261,41)	
Gastos de amortización	(33,00)	(33,00)	(33,00)	(33,00)	(33,00)	
EBIT	78,00	100,60	125,46	152,81	182,89	
Gastos financieros	—	—	—	—	—	
Beneficio antes de impuestos	78,00	100,60	125,46	152,81	182,89	
Impuestos	(23,40)	(30,18)	(37,64)	(45,84)	(54,87)	
Beneficio neto	54,60	70,42	87,82	106,96	128,02	
<b>Panel b. Balances pro forma</b>						
<b>Balance (en miles de dólares)</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Capital circulante neto	250,00	250,00	275,00	302,50	332,75	366,03
Instalaciones y equipo brutos	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00
Menos: amortización acumulada	—	(33,00)	(66,00)	(99,00)	(132,00)	(165,00)
Instalaciones y equipo netos	330,00	297,00	264,00	231,00	198,00	165,00
Total	580,00	547,00	539,00	533,50	530,75	531,03
<b>Panel c. Flujos de caja disponibles de proyecto esperados</b>						
<b>PFCF (en miles de dólares)</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
EBIT	—	78,00	100,60	125,46	152,81	182,89
Menos: impuestos	—	(23,40)	(30,18)	(37,64)	(45,84)	(54,87)
NOPAT	—	54,60	70,42	87,82	106,96	128,02
Más: gasto por amortización	—	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00
Menos: CAPEX	(330,00)	—	—	—	—	—
Menos: variación en el capital circulante neto	(250,00)	—	(25,00)	(27,50)	(30,25)	(33,28)
Más: liquidación de capital circulante neto						366,03
Más: liquidación de PPE						165,00
Igual: PFCF	(580,00)	87,60	78,42	93,32	109,71	658,77

Por supuesto, el proyecto podría no operar durante los cinco años completos, o podría operar durante más años. Nuestro análisis sigue la práctica habitual en la industria, que asume una fecha de cierre para el proyecto y estima los flujos de caja que resultarían de liquidar o vender el negocio. Hablaremos de la estimación de lo que se conoce como valor terminal con más detalle en los Capítulos 6 y 7. Sin embargo, para simplificar el análisis del Earthlizer, supondremos que el valor terminal para los activos del proyecto es igual a su valor de liquidación (*i. e.*, capital circulante más PPE netas), que asumimos igual a su valor en libros.

#### Valoración de los PFCF de Earthlizer

Nuestras estimaciones de los PFCF que se espera genere el proyecto del Earthlizer están en el panel c de la Tabla 3.1. Ahora es el momento de evaluar su valor actual. Para ello, descontamos los valores esperados de los PFCF empleando una tasa de descuento que refleja las características del riesgo operativo del proyecto y el hecho de que se ha financiado solo con recursos propios. Por ahora, asumiremos que la tasa de descuento (ajustada al riesgo) para el PFCF desapalancado es 13,25%<sup>5</sup>. Utilizando esta tasa para descontar los PFCF del panel c de la Tabla 3.1, estimamos en 623.070 \$ el valor presente de los PFCF esperados:

$$623.070\$ = \frac{87.600\$}{(1 + 0,1325)^1} + \frac{78.420\$}{(1 + 0,1325)^2} + \frac{93.320\$}{(1 + 0,1325)^3} + \frac{109.710\$}{(1 + 0,1325)^4} + \frac{658.770\$}{(1 + 0,1325)^5}$$

#### ¿Invertir o no invertir? VAN y TIR

Si el proyecto propuesto vale 623.070 \$, ¿debería ser abordado? La respuesta inmediata es sí. Hemos estimado un valor para los flujos de caja futuros del proyecto que supera los 580.000 \$ de la inversión inicial. En términos de valor actual neto, el proyecto ofrece un VAN igual a la diferencia entre su valor esperado (la estimación DCF de su valor es 623.070 \$) y el coste de hacer la inversión (580.000 \$), es decir, 43.070 \$.

Una segunda métrica que utilizan los gerentes para evaluar la inversión es la tasa de rentabilidad del proyecto. En el Capítulo 2 definimos la tasa interna de rentabilidad, o TIR, como la tasa de descuento que resultaría en un VAN de la inversión igual a cero. En el ejemplo anterior, la TIR estimada es 15,36%. Por tanto, si la tasa de rendimiento exigida es 13,25%, la inversión ingresa una tasa de rendimiento añadida de 2,11 %, lo que, al igual que el VAN positivo calculado antes, sugiere que la inversión debería ser aprobada<sup>6</sup>.

Hay que enfatizar, no obstante, que este análisis no significa que tengamos un VAN garantizado de 43.070 \$ ni que el rendimiento de la inversión vaya a ser del 15,36%. Dado que este es un proyecto sujeto a riesgos y que las cosas no irán exactamente como se planearon, CSM necesita profundizar más en el proyecto para comprender hasta qué punto puede confiar en la estimación de VAN obtenida.

### 3.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: PROFUNDIZAR EN EL PROYECTO

La fase 1 de nuestro análisis ha concluido: tenemos una estimación del VAN de la inversión en el Earthlizer. Pero ¿cómo de seguros estamos de que el proyecto se desarrollará según

<sup>5</sup>Hablaremos sobre la estimación de la tasa de descuento en los Capítulos 4 y 5.

<sup>6</sup>Señalamos en el Capítulo 2 que la TIR no siempre es única, dado que puede haber tantas como cambios en el signo de los flujos de caja. En el proyecto del Earthlizer solo hay un cambio de signo (*i. e.*, el desembolso inicial es negativo y todos los PFCF restantes son positivos); por tanto, solo hay una TIR posible.

lo previsto? ¿Cuáles son los factores clave que generan valor en el proyecto y que la empresa debería vigilar durante la vida de la inversión para asegurar su éxito? Ahora entramos en la fase 2, donde usamos diferentes herramientas para enfrentarnos a estas preguntas. En concreto, hablaremos de tres de ellas: análisis de escenarios, análisis de sensibilidad del punto muerto y análisis mediante simulación.

## Análisis de escenarios

El análisis de escenarios es una técnica que ayuda a los analistas a explorar la sensibilidad del valor de una inversión bajo diferentes situaciones o escenarios que podrían surgir en el futuro. Aquí usaremos el término “escenario” para referirnos a diferentes conjuntos de asunciones sobre los valores que toman los factores clave de la inversión.

Por ejemplo, podríamos preguntarnos qué le pasaría al valor del proyecto del Earthilizer si el nivel inicial de ventas igualase las estimaciones más pesimistas del departamento comercial, de solo 500.000 \$. En este caso, el valor DCF del proyecto caería hasta 342.790 \$ y la inversión tendría un VAN negativo, dado que requiere un desembolso inicial de 580.000 \$ (*i. e.*, el VAN del proyecto sería de  $342.790 - 580.000 = -237.210$  \$). También podemos analizar escenarios que involucren múltiples cambios en las asunciones y las proyecciones. Por ejemplo, podríamos evaluar el proyecto primero con las estimaciones más optimistas para los factores clave, y luego con las más pesimistas. Aunque el análisis de escenarios es muy útil, no hay una forma sistemática de definir los escenarios. El número de escenarios posibles solo está limitado por la imaginación del analista. Un enfoque que a menudo se usa para sistematizar el análisis de sensibilidad es el denominado análisis de sensibilidad del punto muerto.

## Análisis de sensibilidad del punto muerto

El análisis de sensibilidad del punto muerto consiste en hacernos la siguiente pregunta: ¿cuál es el valor crítico de un factor concreto que hace cero el VAN? Aunque podríamos

### CONSEJOS DE COMPORTAMIENTO

#### El análisis de escenarios como herramienta de planificación estratégica en Shell

Shell Oil (RDS) descubrió que el análisis de escenarios era un ejercicio valioso para ayudar a sus ejecutivos a dejar de pensar según lo que Warren Buffet llamaba “el imperativo institucional”. Esta es la tendencia de las empresas a resistirse a los cambios incluso cuando hay una evidencia abrumadora de que la estrategia actual es errónea.

El análisis de escenarios puede permitir que los ejecutivos clave preparen una historia cuidadosamente elaborada sobre el futuro. El proceso de escribir esta historia da a los ejecutivos la oportunidad de comprender lo que podría pasarle a una inversión, y al hacerlo, prepararse para el futuro. La idea no es tanto hacer mejores predicciones como ser consciente de los problemas y oportunidades potenciales, para sacarles provecho en caso de que surjan. El mismo acto de identificar las condiciones de un proyecto en que hay que tirar la toalla puede poner a los gerentes alerta sobre cuándo hacerlo y por qué.

Fuentes: Shell.com, marzo de 2004, y P. de Geus, “Planning is Learning”, *Harvard Business Review*, marzo-abril 1988.

**Tabla 3.2 Análisis del punto muerto de las asunciones y proyecciones subyacentes al proyecto Earthilizer de CSM, Inc.**

Proyección de variable o asunción variación (1)	Valor esperado (2)	Valor crítico* (3)	% de (4)
Tasa de crecimiento de las ventas	10.00%	5.66%	-43.40%
<b>Margen bruto de beneficios = beneficio bruto/ventas</b>	<b>32.60%</b>	<b>31.12%</b>	<b>-4.54%</b>
<b>Gastos operativos (antes de depreciación)</b>	<b>10.00%</b>	<b>11.48%</b>	<b>14.80%</b>
Tipo impositivo	30.00%	40.14%	33.80%
Capital circulante neto/ventas	25.00%	33.40%	33.60%
<b>Ventas del año base 2008 (miles de dólares)</b>	<b>\$1,000,000</b>	<b>\$923,171</b>	<b>-7.68%</b>

\*El valor crítico es el valor de cada variable que haría cero el VAN, *ceteris paribus*. El valor crítico se llama más expresivamente “valor del punto muerto” porque produce un VAN de cero. El margen bruto de beneficios es técnicamente un indicador de éxito o fracaso que depende de dos determinantes clave del valor: el coste de bienes vendidos y el margen que la empresa es capaz de imputar por encima de sus costes. Así, cuando analizamos el margen bruto de beneficios como determinante del valor, implícitamente estamos evaluando los efectos combinados del coste de bienes vendidos (liderazgo de costes) y el margen del precio sobre el coste (diferenciación del producto).

usar el método de prueba y error en una hoja de cálculo, es mucho más fácil usar la función “Buscar objetivo” (en inglés, “*Goal seek*”) de Excel o el “Baksolver” en Lotus 1-2-3<sup>7</sup>.

A efectos ilustrativos, consideremos el análisis presentado en la Tabla 3.2. La primera columna identifica seis variables clave que son importantes para determinar el VAN de la oportunidad de inversión del Earthilizer. La segunda columna contiene los valores esperados para cada uno de los factores generadores de valor que usamos en el análisis del VAN esperado del proyecto. La tercera columna muestra los valores críticos (o “puntos muertos”) para cada factor que resultan en un VAN nulo para el proyecto. La última columna de la tabla compara el valor esperado y el punto muerto para estas variables; calcula la variación porcentual en cada variable respecto a su valor esperado que hace cero el VAN. Este análisis sugiere que hay tres variables especialmente influyentes en el resultado de la inversión en el Earthilizer, que cumplen que pequeñas variaciones de su valor esperado tienen un impacto significativo en el VAN del proyecto:

- Margen bruto de beneficios (variación porcentual en el punto muerto: -4,54%)<sup>8</sup>.
- Gastos operativos como porcentaje de las ventas (variación porcentual en el punto muerto: +14,80%).
- Ventas base en el año 2008 (variación porcentual en el punto muerto: -7,68%).

<sup>7</sup>Excel contiene una herramienta llamada “Buscar objetivo” en el menú “Herramientas” que hace este tipo de análisis muy fácil una vez que los flujos de caja y el VAN han sido modelizados. Véase el recuadro Consejos técnicos sobre esta función de Excel.

<sup>8</sup>El margen bruto de beneficios es técnicamente un indicador de éxito o fracaso que depende de dos factores importantes: el coste de bienes vendidos y el margen que la empresa es capaz de generar por encima de sus costes. Así que cuando analizamos el margen bruto de beneficios como un factor determinante del valor, implícitamente estamos evaluando los efectos combinados del coste de bienes vendidos (liderazgo de costes) y el margen de precios sobre costes (diferenciación de producto).

## CONSEJOS TÉCNICOS

### La función “Buscar objetivo” de Microsoft Excel

“Buscar objetivo”, en inglés “*Goal seek*”, es una función de Excel (en la pestaña “Herramientas”) que ofrece una herramienta poderosa para realizar análisis de tipo “¿y si?”. Por ejemplo, cuando conoce el resultado deseado de la fórmula en una celda (por ejemplo, VAN = 0) pero no conoce el valor del parámetro que la fórmula necesita para conseguir este resultado (por ejemplo, la tasa de crecimiento de ingresos a lo largo de la vida del proyecto), puede usar esta función para encontrar el valor crítico del parámetro. En este ejemplo, “Buscar objetivo” itera el valor de la tasa de crecimiento de ingresos hasta que el VAN es igual a cero.

La herramienta “Solver” de Excel es aún más general que “Buscar objetivo”. En concreto, “Solver” nos permite resolver problemas de maximización, minimización o punto muerto en presencia de múltiples restricciones.

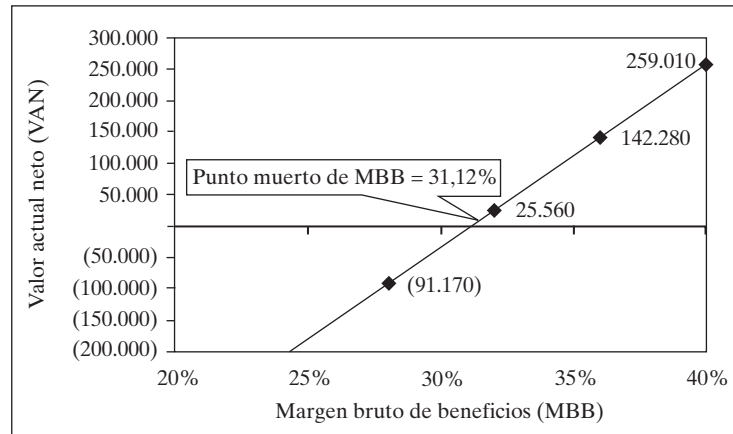
Por ejemplo, si el margen bruto de beneficios decae al 31,12%, que es solo un 4,54% inferior al valor esperado de 32,60%, el VAN del proyecto caerá a cero. De forma similar, si el gasto operativo como porcentaje de las ventas sube a un 11,48% desde el nivel esperado del 10%, o si las ventas del año de inicio son solo 923.171 \$ en lugar del 1 M\$ proyectado, entonces el VAN será cero.

Sabiendo que estos tres factores son críticos para el éxito de la inversión en el Earthlizer, la dirección de CSM puede buscar información adicional relativa a sus valores más probables. Además, si la empresa aborda la inversión, la dirección puede vigilar cada uno de estos factores muy de cerca, de modo que esté preparada para emprender con rapidez las acciones correctivas oportunas si los factores se deterioran.

La Figura 3.1 muestra un gráfico de punto muerto de VAN que ilustra la importancia crítica del margen bruto de beneficios para el éxito del proyecto del Earthlizer. Nuestro análisis asume que el margen bruto de beneficios permanece constante durante la vida del proyecto, y un valor de 31,12% en cada año produce un VAN de cero. Nótese que incluso variaciones muy leves en el margen bruto de beneficios pueden tener efectos dramáticos en el VAN del proyecto. Por ejemplo, si CSM consigue un 36% en este parámetro (un incremento inferior a un 10,43% sobre el 32,6% proyectado), el VAN estimado para el proyecto se triplicará hasta alcanzar 142.280 \$. Desafortunadamente, ocurren variaciones similares en el VAN en sentido contrario, si el margen bruto de beneficios cae por debajo del nivel predicho. El mensaje claro para el analista es que el margen bruto de beneficios es uno de los factores críticos de éxito del proyecto.

Aunque el análisis de sensibilidad del punto muerto puede ser muy útil para identificar los factores clave que son críticos para el éxito del proyecto, tiene sus limitaciones. En primer lugar, este tipo de análisis considera solo un factor cada vez, mientras mantiene todos los demás fijos en sus valores esperados. Esto puede llevar a resultados engañosos si dos o más de las variables críticas están correlacionadas. Por ejemplo, si tanto el margen bruto de beneficios como las ventas iniciales tienden a ser menores que sus valores esperados respectivos al mismo tiempo, entonces el análisis de sensibilidad del punto muerto infravalorará los verdaderos riesgos del proyecto.

**Figura 3.1** Gráfico de punto muerto del VAN según margen bruto de beneficios en la propuesta de inversión en el Earthlizer (miles de dólares)



En segundo lugar, no tenemos ninguna idea sobre las probabilidades asociadas a los valores de las variables críticas por encima o por debajo del punto muerto. Por ejemplo, ¿cuál es la probabilidad de que el margen bruto de beneficios caiga por debajo de 31,12%, o de que las ventas del primer año del proyecto sean de 923.171 \$ o menos? Sería de mucha ayuda tener alguna idea sobre la probabilidad de errar el tiro con las variables clave.

Por último, no tenemos una manera formal de incorporar la correlación entre las variables. Por ejemplo, el margen bruto de beneficios y la ratio de gastos operativos sobre ventas están inversamente correlacionadas con casi total seguridad. Es importante que seamos capaces de considerar estas y otras interrelaciones entre los factores clave en nuestro análisis de los resultados probables de abordar el proyecto.

Para comprender más en profundidad las distribuciones de los resultados posibles de la valoración, pasamos al análisis mediante simulación, que ofrece a los analistas la capacidad de atajar los tres inconvenientes del análisis del punto muerto.

## Análisis mediante simulación

La simulación de Montecarlo es una poderosa herramienta que puede ayudar al analista a evaluar qué puede pasarles a los flujos de caja futuros de la inversión y resumir las posibilidades en una distribución de probabilidad<sup>9</sup>. La simulación es especialmente útil en el análisis de proyectos, dado que los resultados de los grandes proyectos de inversión a menudo son la consecuencia de la interacción de cierto número de factores interrelacionados. En este panorama es muy difícil determinar la distribución de probabilidad de los flujos de

<sup>9</sup>El término "Montecarlo" como forma de simulación proviene del famoso casino en Mónaco. El juego, en su forma pura, está por supuesto basado en la teoría de la probabilidad, al igual que la simulación.

caja del proyecto de forma directa o analítica. No obstante, podemos simular la distribución con bastante facilidad, como ilustramos en esta sección.

### Preparación y lanzamiento de una simulación

La Figura 3.2 sintetiza el proceso de simulación en tres pasos. En el paso 1 preparamos un modelo en una hoja de cálculo que define los flujos de caja de la inversión. En el paso 2 caracterizamos cada uno de los factores que generan valor utilizando una distribución de probabilidad. Por ejemplo, podríamos pedir al departamento de *marketing* que describa sus estimaciones optimista, más probable y pesimista de la variación interanual de las ventas. La respuesta podría ser que la variación más optimista para la inversión del Earthilizer es del 30% anual, la más pesimista del -10%, y la más probable del 10%. Esta información intuitiva describe completamente una distribución de probabilidad triangular (véase el recuadro de Consejos técnicos sobre dos distribuciones de probabilidad comunes para la simulación).

Para ilustrar cómo se puede llevar a cabo este análisis, en la Tabla 3.3 mostramos un conjunto de asunciones hipotéticas sobre las distribuciones de probabilidad que se usan para describir los factores clave en la propuesta de inversión del Earthilizer de CSM. En concreto, hay ocho factores clave que generan incertidumbre en el resultado de la inversión. Estos son (1) las ventas en el año base, (2-5) las variaciones interanuales de las ventas desde 2009 hasta 2012 (cuatro variaciones aleatorias), (6) el margen bruto de beneficios, (7) los gastos operativos (antes de gastos de amortización) sobre ventas y (8) el valor terminal de 2012, que es un múltiplo del valor en libros del capital invertido en el proyecto. Todo lo demás en el modelo se asume que está fijado.

Nos hemos limitado intencionadamente al uso de las distribuciones triangular y uniforme. Los parámetros de ambas distribuciones son muy intuitivos, y por tanto fáciles de estimar (véase el recuadro de Consejos técnicos sobre cómo elegir una distribución de probabilidad). Utilizamos la distribución triangular para caracterizar la variación de las ventas, el margen bruto de beneficios y la ratio de gastos operativos sobre ventas. Los parámetros de la distribución triangular son los valores mínimo, más probable y máximo de la variable modelizada. Utilizamos la distribución uniforme para caracterizar las ventas del año base 2008 y el múltiplo del valor terminal. Los parámetros de la distribución uniforme son simplemente el mínimo y el máximo<sup>10</sup>.

**Simulación de ingresos del proyecto.** Los flujos de caja anuales de la inversión en el Earthilizer están determinados en gran medida por los ingresos del proyecto, que hemos modelizado mediante dos factores importantes: el nivel inicial de ventas de 2008 y las tasas de crecimiento o variación de los ingresos desde 2009 hasta 2012. El nivel inicial de ventas de 2008 tiene un valor esperado de 1 M\$. Sin embargo, dado que los ingresos por ventas del proyecto están sujetos a un elevado nivel de incertidumbre, suponemos que siguen una distribución uniforme con un valor mínimo de 0,5 M\$ y un valor máximo de 1,5 M\$. Estas estimaciones son solo eso, estimaciones, y en muchos casos provendrán de la intuición y la experiencia del personal de marketing.

Estimamos el nivel de ventas de 2009 utilizando las ventas simuladas de 2008 multiplicadas por uno más la variación de ingresos para 2009. Habíamos asumido que la variación

<sup>10</sup>Nótese que las estimaciones de los parámetros para las distribuciones triangular y uniforme son consistentes con el valor esperado empleado en el análisis determinista de la inversión. Puede verificarlo calculando el valor esperado de la distribución triangular como la suma de los valores mínimo, más probable y máximo dividida entre tres; y para la uniforme, como la suma del mínimo y el máximo dividida entre dos.

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Dos distribuciones de probabilidad comunes en los modelos de simulación: la uniforme y la triangular

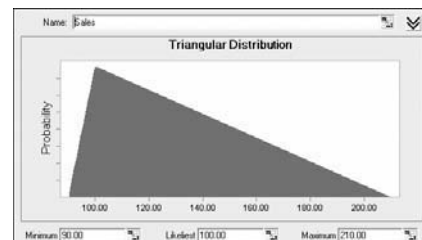
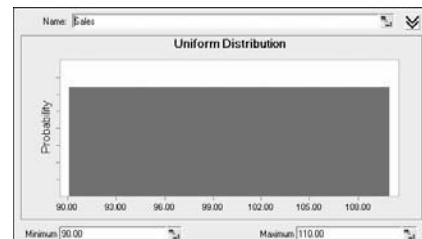
Entre el conjunto de distribuciones que se pueden utilizar para modelizar la incertidumbre inherente a una inversión, la uniforme y la triangular están entre las más habituales. Una razón de peso para esto es que los datos necesarios para definir la forma de estas dos distribuciones (sus parámetros) son muy intuitivos. En consecuencia, cuando el analista financiero intenta obtener información sobre qué distribución es más adecuada, puede hacer preguntas directas a personas que comprenden la aleatoriedad subyacente a las variables que se modelizan.

Una segunda razón para que estas distribuciones sean tan populares es que, aunque simples, son muy flexibles y pueden capturar la aleatoriedad de muchas variables. Esto es especialmente cierto en el caso de la distribución triangular, cuya forma puede ser deformada (ajustando sus parámetros) para capturar distribuciones tanto simétricas como sesgadas.

Por ejemplo, en la distribución uniforme todos los valores entre el mínimo y el máximo tienen la misma probabilidad de ocurrencia. En consecuencia, lo único que necesitamos para definir completamente una distribución uniforme (*i. e.*, los parámetros) son los valores mínimo y máximo que puede tomar la variable aleatoria. La media de la distribución uniforme es simplemente la suma del máximo y el mínimo dividida entre dos. La figura superior muestra una distribución uniforme de ventas con un valor mínimo de 90 \$ y un valor máximo de 110 \$.

La distribución triangular, por su parte, queda descrita por el mínimo, el máximo y el valor más probable. La media de la distribución triangular es la suma de estos tres parámetros dividida entre tres. La figura inferior muestra una distribución triangular de ventas donde el valor mínimo es 90 \$, el más probable es 100 \$ y el máximo es 210 \$.

Nótese que la distribución triangular aquí presentada está fuertemente sesgada hacia valores grandes. No obstante, la distribución triangular es muy flexible y se puede sesgar en ambas direcciones, o ser simétrica. Por ejemplo, imagine la forma del gráfico si pudiese tomar el vértice del triángulo y moverlo a derecha e izquierda (siempre entre el mínimo y el máximo de la distribución); podrá apreciar lo flexible de la distribución triangular para representar distribuciones de probabilidad tanto simétricas como sesgadas.



de los ingresos en 2009 seguiría una distribución triangular con un mínimo de -10%, un valor más probable de 10% y un máximo de 30%. La dispersión entre las variaciones mínima y máxima refleja el grado de incertidumbre del analista respecto al dato. Los ingresos de 2010 a 2012 se estiman de modo similar.

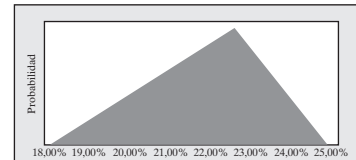
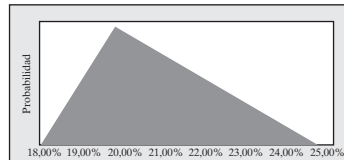
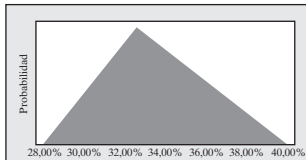


**Figura 3.2 Pasos para ejecutar una simulación en el ejemplo del Earthilizer****Paso 1: Preparar el modelo en una hoja de cálculo de Excel**

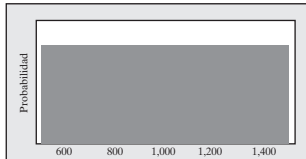
PFCF (en miles de dólares)	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EBIT	—	78,00	100,60	125,46	152,81	182,89
Menos: impuestos	—	(23,40)	(30,18)	(37,64)	(45,84)	(54,87)
NOPAT	—	54,60	70,42	87,82	106,96	128,02
Más: gasto por amortización	—	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00
Menos: CAPEX	(330,00)	—	—	—	—	—
Menos: variación en el capital circulante neto	(250,00)	—	(25,00)	(27,50)	(30,25)	(33,28)
Más: liquidación de capital circulante neto						366,03
Más: liquidación de PPE						165,00
Igual: PFCF	(580,00)	87,60	78,42	93,32	109,71	658,77

**Paso 2: Caracterizar los factores clave mediante distribuciones de probabilidad**

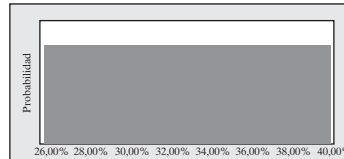
(6) Beneficio bruto/ventas    (7) Gastos operativos (antes de amort.)/ventas    (2-5) Variación de ventas



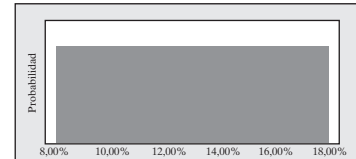
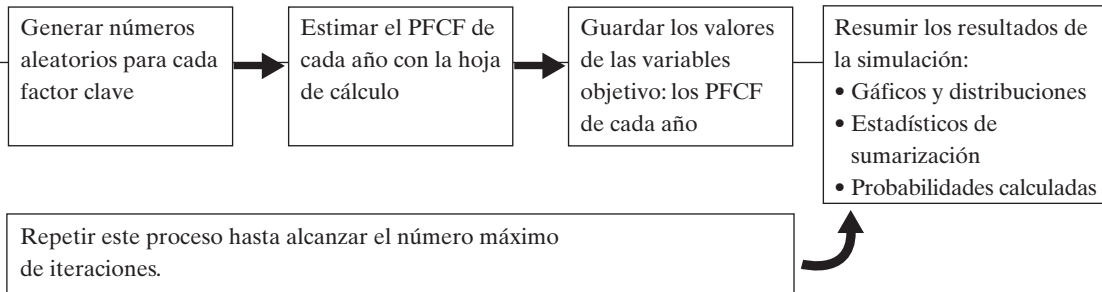
(1) Ventas en el año base 2008



(8a) Gastos de capital/Ventas



(8b) Capital circulante neto/ventas

**Paso 3: Ejecutar la simulación e interpretar los resultados**

**Tabla 3.3 Asunciones en la simulación de Montecarlo de la inversión de CSM en Earthilizer**

Variable	Valor esperado	Asunciones sobre la distribución	
		Distribución	Parámetros estimados
Ventas en el año base 2008	1.000.000 \$	Uniforme	Mín. = 500.000 \$ y Máx. = 1.500.000 \$
Variación de ventas (2009–2012)*	10,0%	Triangular	Máx. = 30%, Más probable = 10%, y Mín. = -10%
Margen bruto de beneficios (beneficio bruto/ventas)	32,6%	Triangular	Máx. = 40%, Más probable = 32,6%, y Mín. = 28%
Gastos operativos antes de depr./ventas	10,0%	Triangular	Máx. = 15%, Más probable = 10%, y Mín. = 5%
Valor terminal múltiplo del valor en libros	1,00	Uniforme	Mín. = 0,5 y Máx. = 1,5

\*En realidad hay cuatro tasas de variación, una para cada año, desde 2009 hasta 2012.

**Proyección de flujos de caja.** Una vez obtenidas las proyecciones de los ingresos anuales, calculamos los flujos de caja del proyecto, para lo cual construimos un conjunto de estados financieros pro forma como los mostrados anteriormente en la Tabla 3.1. Nótese que los ratios de margen bruto de beneficios y gastos operativos sobre ventas son variables aleatorias (descritas en la Tabla 3.3) que toman valores en cada una de las iteraciones de la simulación. Basándonos en los ingresos estimados, el margen bruto de beneficios y los gastos operativos, podemos calcular la cuenta de resultados pro forma del proyecto (que mostramos en el panel a de la Tabla 3.1).

Para completar la valoración del PFCF, debemos estimar qué nuevas inversiones pueden ser necesarias para el equipo esencial (*i. e.*, CAPEX) y capital circulante neto. La dirección de CSM considera que después del gasto de capital inicial de 330.000 \$, el proyecto no requerirá más CAPEX durante el periodo 2008-2012. No obstante, dado que los ingresos de la empresa cambian en el tiempo, estiman que las necesidades de capital circulante neto también aumentarán y disminuirán. En concreto, CSM estima que el proyecto requiere un capital circulante neto igual al 25% de los ingresos por ventas. Para atender esta necesidad, incluimos el 25% de los ingresos de 2008 como parte del desembolso inicial de 2007. En 2008 ajustamos el capital circulante neto para igualar el 25% de las ventas realizadas (simuladas). De forma similar, en 2009-2012 fijamos la necesidad de capital circulante neto del proyecto en un 25% de las ventas simuladas para cada año<sup>11</sup>.

<sup>11</sup>Fijamos la inversión en capital circulante neto de 2007 en el 25% de las ventas esperadas para 2008. En 2008 simplemente ajustamos el capital circulante neto para que refleje el 25% de los ingresos de ese año. Un procedimiento más elaborado también incorporaría una estimación de las necesidades de capital circulante neto en 2009; no obstante, hemos optado por la simplicidad en el modelo aquí presentado, y hemos hecho los ajustes al capital circulante neto al final del año, cuando hemos sabido cuáles han sido las ventas del periodo. Los efectos de introducir las necesidades esperadas de capital circulante neto tienen un impacto mínimo en el resultado del modelo en este ejemplo.

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Elegir una distribución de probabilidad

Cuando se construye un modelo de simulación es necesario identificar no solo las fuentes de aleatoriedad (incertidumbre) claves en la estimación, sino también una distribución de probabilidad apropiada para describir la aleatoriedad y estimar sus parámetros. Esta es una tarea desalentadora, pero hay algunas reglas básicas que pueden ayudar al analista:

1. Si tiene datos relevantes, úselos de algún modo. Aunque no utilizaremos la funcionalidad de ajuste de distribuciones de Crystal Ball en este libro, el usuario más avanzado encontrará en ella un modo excelente de aprovechar la información histórica para estimar las nuevas distribuciones.
2. ¿La variable que está modelizando solo toma valores discretos? Por ejemplo, si la variable que estima solo puede ser cero o uno (o sí o no), entonces una distribución discreta construida con la categoría personalizada de Crystal Ball le servirá.
3. Seleccione distribuciones que se ajusten a la intuición de los expertos de los que obtendrá la estimación de los parámetros. Por ejemplo, si sus expertos solo pueden decirle los valores máximo y mínimo de una variable, entonces la distribución uniforme puede ser una elección razonable, dado que asigna la misma probabilidad a todos los valores entre un mínimo y un máximo. Alternativamente, si su experto está dispuesto a estimar un valor máximo y mínimo y además un valor más probable, entonces la distribución triangular puede ser una buena candidata. En esta distribución, la probabilidad asociada con todos los valores por debajo del mínimo o por encima del máximo es cero, y las probabilidades entre el mínimo y el máximo se incrementan de forma lineal desde cada extremo hasta el vértice del triángulo, que corresponde al valor más probable.
4. Si hay razones teóricas para seleccionar una distribución en concreto, entonces hágalo sin dudar. Por ejemplo, es práctica común utilizar la distribución lognormal para caracterizar los precios de mercado de los títulos financieros.
5. Por último, la Navaja de Ockham (“en igualdad de condiciones, la solución más sencilla es probablemente la correcta”) siempre funciona. Recuerde que el analista debe obtener información de los expertos para determinar qué distribución utilizar y estimar sus parámetros. Dado que este proceso a menudo requiere de conversaciones con personas no muy versadas en el lenguaje de la teoría de la probabilidad, es mejor pecar de exceso de simplificación que de precisión y sofisticación.

Los PFCF se calculan entonces siguiendo el método del panel c de la Tabla 3.1. En concreto, para los años 2008 a 2011, volvemos a añadir los gastos de amortización al NOPAT y restamos la inversión adicional en capital circulante neto. Recuerde que se asume un CAPEX de cero. El cálculo del flujo de caja de 2012 requiere un paso adicional: volver a añadir el valor terminal de los activos del proyecto del Earthlizer.

Liquidación de la inversión y valor terminal. El flujo de caja en 2012 incluye una parte operativa (igual que en 2008-2011) más un valor terminal. El último merece un poco más de explicación. Suponemos que en 2012, cuando se cierra el proyecto, su capital circulante

## C O N S E J O S T É C N I C O S

### Complementos de simulación para Excel

Fundamentalmente, hay dos herramientas en competencia para añadir funcionalidades de simulación de forma sencilla a su hoja de cálculo. Son **@Risk** de Palisade Corporation (<http://www.palisade.com/>) y **Crystal Ball Professional Edition** de Decisioneering, Inc. (<http://www.crystalball.com/>), que ofrecen funcionalidades similares. Hemos seleccionado Crystal Ball para todos nuestros ejemplos; si no está familiarizado con esta herramienta, encontrará muy útil la breve presentación en vídeo en la página *web* de Decisioneering.

acumulado (activo circulante menos pasivo circulante), junto con las propiedades, instalaciones y equipo, puede ser vendido por un múltiplo de su valor en libros. Este múltiplo se considera una variable aleatoria con una distribución uniforme entre un mínimo de 0,5 y un máximo de 1,5 (esto implica un valor esperado de 1,0). Nótese que si el múltiplo del valor terminal es igual a 1, entonces no hay ganancia o pérdida gravable al vender los activos. No obstante, en caso de que el múltiplo sea mayor que 1, entonces la venta genera un beneficio gravable que sufre el 30% de impuestos de la empresa. Si por el contrario los activos se venden por un múltiplo menor que 1, las pérdidas resultantes producen un ingreso gravable en 2012 y un crédito fiscal a CSM.

*Software* de simulación. El análisis mediante simulación en el ejemplo del Earthilizer se lleva a cabo utilizando un complemento a la hoja de cálculo llamado **Crystal Ball Professional Edition**. (Véase el recuadro de Consejos técnicos sobre complementos de simulación para Excel). Hay otras opciones disponibles, como @Risk y cualquier *software* propiedad de una empresa dada que haya sido diseñado para una aplicación específica. Hay un breve Apéndice al final de este capítulo que resume el uso de Crystal Ball Professional para el principiante.

### Interpretación de los resultados de la simulación

La simulación utilizada ha empleado 10.000 iteraciones para estimar las distribuciones de los PFCF de 2008 a 2012. Para ilustrar la naturaleza de los resultados de la simulación, consideremos el panel a de la Figura 3.3, que contiene la distribución de los PFCF simulados para 2008, generados por Crystal Ball. La distribución de frecuencias muestra los 10.000 valores de PFCF caracterizados tanto en términos de la frecuencia con la que aparecieron (medida en el eje vertical derecho) como según su probabilidad de ocurrencia (medida en el eje vertical izquierdo).

La distribución simulada de los PFCF para 2008 (en el panel a de la Figura 3.3) revela algunos datos interesantes sobre las perspectivas de la simulación. En primer lugar, hay una dispersión sustancial en los flujos de caja simulados para 2008, que varían desde un mínimo de (29.140) \$ hasta un máximo de 161.760 \$, con un valor medio de 87.680 \$. La celda de “Nivel de confianza” que se encuentra debajo del gráfico indica que el 99,47% del área total bajo la distribución de frecuencias de los PFCF está por encima de 0,00 \$ (*i. e.*, los PFCF simulados fueron positivos durante el 99,47% del tiempo). Aunque no las muestra

mos aquí, las distribuciones de los años restantes del proyecto tienen características similares a las descritas para 2008.

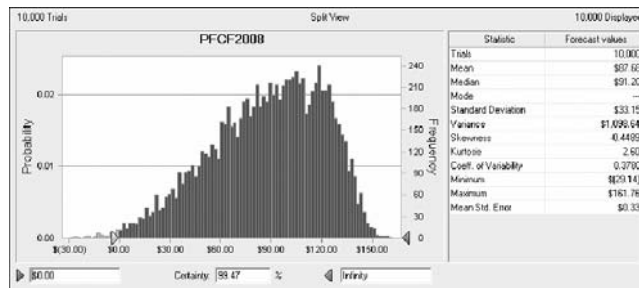
De los flujos de caja anuales simulados, calculamos el flujo de caja medio de cada año desde 2007 hasta 2012. Estos flujos de caja esperados se encuentran a continuación (en dólares):

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
PFCF esperado (de la simulación)	(580.000)	87.680	78.150	93.460	109.740	660.970
Valor esperado del proyecto	624.218,13					
VAN esperado	44.218,13					
TIR esperada	15,42%					

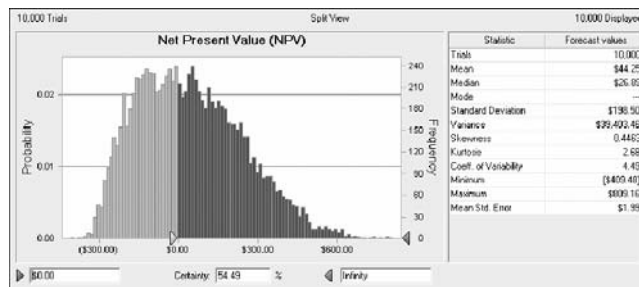
Descontando los flujos de caja esperados al coste de capital del 13,25% se obtiene un valor actual de 624.218,13 \$, y restando el coste inicial del proyecto de 580.000 \$ en 2007, se obtiene un VAN esperado de 44.218,13 \$. Por último, basándose en los PFCF futuros y la

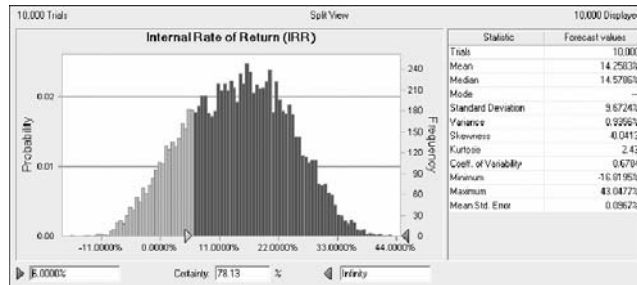
**Figura 3.3** Análisis de simulación de la inversión en Earthlizer

**Panel a. Distribución de PFCF para 2008 (en miles de dólares)**



**Panel b. Distribuciones de VAN y TIR de la simulación**



**Figura 3.3** *continúa***Leyenda**

**Iteraciones:** número de iteraciones en la simulación.

**Mostradas:** número de iteraciones efectivamente reflejadas en la distribución de frecuencias. En el análisis anterior, se muestran las 10.000 iteraciones. No obstante, Crystal Ball por defecto omite los atípicos, de modo que el número de observaciones mostradas es a menudo inferior al número de iteraciones.

**Vista combinada:** combina la distribución de frecuencias con los estadísticos descriptivos. Además de esta vista, hay otras opciones disponibles, como los gráficos de frecuencia acumulada.

**Probabilidad:** el eje vertical izquierdo describe los valores simulados en términos de su aparición como fracción de 10.000 iteraciones.

**Frecuencia:** el eje vertical derecho describe los valores simulados en términos del número absoluto de apariciones.

**Nivel de confianza:** muestra el porcentaje del área por encima o por debajo del valor crítico seleccionado. En el panel a, el valor crítico es un PFCF de 0,00 \$, y en el panel b, es un VAN de 0 y una TIR igual a una tasa libre de riesgo del 6%.

inversión inicial, calculamos una TIR esperada de 15,42%. Nótese que los valores esperados del VAN y la TIR calculados mediante simulación difieren ligeramente de nuestras estimaciones anteriores de VAN = 43.070 \$ y TIR = 15,36%. Estas diferencias reflejan el hecho de que los valores simulados convergen, pero no son necesariamente iguales, con sus valores esperados.

Hasta este momento, simplemente hemos replicado nuestra valoración del proyecto simulando las distribuciones de los flujos de caja que subyacen a los valores esperados mostrados anteriormente en la Tabla 3.1. Pero esto es solo el comienzo de nuestro análisis. Ahora veremos qué podemos descubrir sobre el proyecto si analizamos las distribuciones simuladas del VAN y la TIR.

**Análisis de las distribuciones del VAN y la TIR**

Mediante la simulación de las distribuciones del VAN y la TIR, hemos calculado la probabilidad de que una inversión consiga efectivamente una TIR que supere cualquier tasa mínima exigida, como el coste de capital de la empresa o la tasa libre de riesgo. Para estimar estos valores tratamos los flujos de caja de 2008 a 2012 de cada iteración de la simulación como una realización posible de los PFCF, y calculamos la TIR y el VAN que arrojan estos

flujos de caja<sup>12</sup>. Por tanto, si repetimos esta simulación 10.000 veces, tendremos una distribución de 10.000 VAN y TIR<sup>13</sup>.

El panel b de la Figura 3.3 presenta las distribuciones del VAN y la TIR generadas por la simulación. En estos valores simulados vemos que hay una probabilidad del 54,49% de que la inversión genere flujos de caja suficientes para que el VAN sea positivo al coste de capital de la empresa (véase el recuadro “Nivel de confianza” debajo de la distribución de frecuencias del panel b en la Figura 3.3)<sup>14</sup>. Sin embargo, esto implica también que hay una probabilidad del 45,51% de que el VAN del proyecto resulte negativo. También sucede que hay una probabilidad del 78,13% de que la TIR real supere la tasa libre de riesgo del 6%<sup>15</sup>. Esto indica que la inversión tiene ciertamente algún riesgo, porque hay una probabilidad no nula de que rinda menos que una inversión perfectamente segura, como bonos del Tesoro.

Lo que hemos conseguido con esta simulación no es un letrero de “¡invierta!” o “¡no invierta!” que colocar en la puerta de CSM para aconsejarle sobre el Earthlizer. No obstante, podemos explorar más en profundidad la sensibilidad del VAN del proyecto a cada una de las variables aleatorias utilizando una herramienta conocida como el “diagrama de tornado”.

### El diagrama de tornado en el análisis de sensibilidad

Anteriormente utilizamos el análisis de sensibilidad del punto muerto para determinar la importancia de los factores clave en un contexto sencillo, donde analizábamos las posibles variaciones en los factores de uno en uno. Ahora presentamos una herramienta más poderosa que combina el análisis de escenarios y la simulación para dar una forma sistemática de analizar cómo impactan los cambios en cada uno de los factores clave de la inversión en el VAN del proyecto. En concreto, podemos evaluar la sensibilidad de la valoración del proyecto a la variación de cada uno de los factores clave utilizando el **diagrama de tornado** que se muestra en la Figura 3.4. El gráfico sitúa las asunciones que tienen mayor impacto en el VAN del proyecto en lo alto del diagrama, y las de menor impacto debajo de forma sucesiva, creando así un diagrama con forma de embudo, y de ahí el nombre de tornado. (Véase el recuadro de Consejos técnicos sobre diagramas de tornado<sup>16</sup>).

<sup>12</sup>El VAN y la TIR de cada iteración son parte del mismo experimento de simulación que creó las distribuciones de PFCF. Simplemente calculamos un valor para el VAN y la TIR para cada conjunto de PFCF simulados.

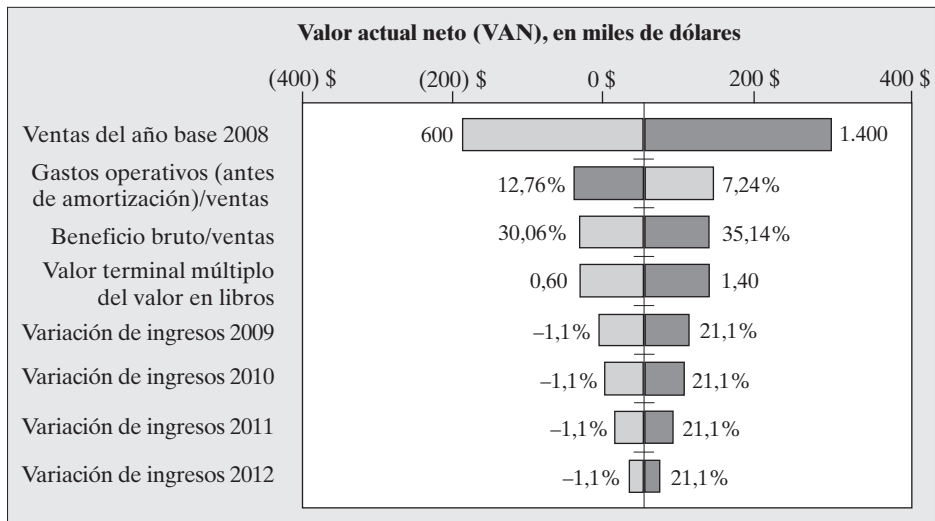
<sup>13</sup>Aquí debemos ser cuidadosos al interpretar las distribuciones de VAN y TIR. La razón es que la media de la distribución del VAN y la TIR que simulamos y mostramos en el panel b de la Figura 3.3 no es igual al VAN de los flujos de caja esperados. La divergencia de estos números proviene de la llamada “desigualdad de Jensen”, que es aplicable a funciones no lineales de variables aleatorias. Por tanto, si las incertidumbres aparecen en forma multiplicativa (por ejemplo,  $ventas(t)$  es  $ventas(t-1) \cdot (1+g)$ , donde  $ventas(t-1)$  y el incremento  $g$  son variables aleatorias, como en el caso del Earthlizer), la desigualdad de Jensen será aplicable. Ahora, el PFCF y el VAN serán funciones no lineales de variables aleatorias. La idea clave que hay que recordar es que ya hemos estimado la TIR y el VAN esperados con distribuciones simuladas de flujos de caja del proyecto. Desde este punto en adelante, simplemente estamos investigando los factores determinantes del VAN y la TIR (no sus valores esperados).

<sup>14</sup>El lector avezado notará que la TIR media en esta simulación no es igual a la TIR de la inversión calculada utilizando flujos de caja esperados. La razón es la misma que la comentada en la nota al pie anterior.

<sup>15</sup>Hemos seleccionado deliberadamente la tasa libre de riesgo como el listón por encima del que exigimos al proyecto que salte, dado que este análisis está diseñado para explorar el riesgo, no para valorar el proyecto. Ya hicimos esto último cuando calculamos el VAN y la TIR esperados utilizando los PFCF esperados del proyecto a partir de la simulación.

<sup>16</sup>El diagrama de tornado proporciona una forma de análisis de sensibilidad “de uno en uno”. Crystal Ball también trae una herramienta de análisis de sensibilidad que utiliza los valores simulados para analizar la correlación de rango entre las variables proyectadas y cada una de las asunciones.

**Figura 3.4** Diagrama de tornado de la propuesta de inversión en Earthilizer (VAN = 0 \$)



Variable	Valor actual neto (VAN) (miles de dólares)			Dato de entrada		
	Inferior	Superior	Range	Inferior	Superior	Caso Base
Ventas del año base 2008	(181,16)	267,29	448,44	600	1.400	1.000
Gastos operativos (antes de amortización)/ventas	123,72	(37,59)	161,31	12,76%	7,24%	10,00%
Beneficio bruto/ventas	(31,14)	117,27	148,41	30,06%	35,14%	32,60%
Valor terminal múltiplo del valor en libros	(29,60)	115,74	145,34	0,60	1,40	1,00
Variación de ingresos 2009	(1,83)	87,96	89,79	-1,1%	21,1%	10,0%
Variación de ingresos 2010	9,29	76,85	67,56	-1,1%	21,1%	10,0%
Variación de ingresos 2011	20,08	66,05	45,97	-1,1%	21,1%	10,0%
Variación de ingresos 2012	30,57	55,56	24,99	-1,1%	21,1%	10,0%

#### Leyenda

**Diagrama de tornado:** mide el impacto de cada variable por separado, de forma independiente, en la variable objetivo (el VAN en este ejemplo).

**Barras:** ilustran el impacto de cada variable de entrada sobre el VAN cuando las primeras toman el valor de sus percentiles 10 y 90. Por ejemplo, si la ratio beneficio bruto/ventas cae al valor de su percentil 10, que es 30,06%, el VAN es igual a (31.140) \$. Por el contrario, si esta ratio toma el valor de su percentil 90, que es 35,14%, el VAN sube hasta 148.410 \$. El color de la barra indica si la variación en el dato de entrada es positiva o negativa. Por ejemplo, un incremento en la ratio beneficio bruto/ventas produce un efecto positivo en el VAN, mientras que un incremento en la ratio de gastos operativos (antes de amortización)/ventas resulta en un descenso del VAN. El orden de las variables en el gráfico es de mayor a menor impacto sobre el VAN.



## CONSEJOS TÉCNICOS

### Diagramas de tornado

El diagrama de tornado se utiliza para evaluar la relación entre cada hipótesis y las variables que se proyectan. En la Figura 3.4, las hipótesis son que las variables de entrada son iguales a los valores de sus percentiles 10 y 90, y con estos extremos se calcula la variable proyectada (por ejemplo, el VAN o la TIR del proyecto). Nótese que esta variable se lee en el eje horizontal en la parte superior del diagrama, y los valores de los percentiles 10 y 90 se sitúan en los extremos de la barra que expresa su impacto en la variable proyectada. Las variables que tienen mayor impacto sobre esta se sitúan en lo alto del diagrama, seguidas de las variables con menor impacto, en orden decreciente.

Veamos cómo interpretar los números que aparecen en el diagrama de tornado. En primer lugar, y como cabe esperar, las ventas iniciales del año base 2008 tienen el mayor impacto en el VAN de la inversión en el Earthilizer. Por ejemplo, si el nivel de ventas de 2008 se hace igual a su percentil 90, que tiene un valor de 600.000 \$ (el valor esperado es 1 M\$), el VAN cae a (181.160) \$. Sin embargo, si el nivel de ventas es igual a su percentil 10, que es 1,4 M\$, el VAN sube hasta 267.290 \$. Claramente, el valor de la inversión está muy ligado a la respuesta inicial del cliente ante el producto, que es crítica para su éxito.

Detrás del nivel de ventas en 2008, la siguiente variable más importante que determina el éxito o el fracaso de la inversión en el Earthilizer es la ratio de gastos operativos sobre ventas, seguida del margen bruto de beneficios y el valor terminal como múltiplo del valor en libros de los activos invertidos. Estos resultados sugieren las siguientes respuestas:

- En primer lugar, en tanto la viabilidad de la inversión está todavía en cuestión, el analista podría invertir algo de tiempo y dinero en profundizar en estas variables críticas; en concreto, la respuesta inicial del mercado que determinará las ventas de 2008. ¿Podría CSM emprender alguna acción para profundizar en el éxito potencial de la entrada en el mercado (como grupos de contraste con clientes potenciales o programas piloto)? ¿Hay algo que CSM pueda hacer para asegurar que las ventas iniciales (penetración del mercado) sean máximas? Por ejemplo, crear anticipación en el mercado mediante una campaña inicial de publicidad podría ser una herramienta efectiva para mejorar las probabilidades de éxito del proyecto.
- En segundo lugar, dado que los costes operativos son una variable crítica, la dirección debería prestar especial atención a los procesos de vigilancia y mejora de la eficiencia operativa.

### Resumen de los resultados de la simulación

Y bien, ¿qué hemos descubierto sobre la inversión en el Earthilizer gracias al análisis mediante simulación? Lo primero y más importante, el proyecto tiene aspecto de ser rentable (*i. e.*, tiene un VAN esperado positivo). Sin embargo, el resultado no está ni mucho menos asegurado. De hecho, basándonos en el análisis, hay una probabilidad del 78,13% de que el proyecto produzca más que el 6% de la tasa libre de riesgo de la deuda pública (y una probabilidad del 21,87% de que produzca menos). Además, hemos descubierto que las varia-

## CONSEJOS DEL PROFESIONAL

### Análisis de sensibilidad en ConocoPhillips: una conversación con Steven McColl\*

El análisis de sensibilidad es desde hace mucho una técnica habitual en la industria del petróleo y el gas cuando se analizan inversiones multimillonarias. La construcción de modelos de simulación para evaluar inversiones incluye la formación de equipos multidisciplinares de ingenieros, especialistas comerciales y expertos financieros para identificar y cuantificar los riesgos e incertidumbres presentes en cada inversión.

ConocoPhillips, como muchas empresas de su sector, ha desarrollado un proceso para evaluar los riesgos e incertidumbres que asegure la validez de los números que entran en los modelos financieros. El proceso global de evaluación comprende:

- Constituir un grupo de expertos para comprender el contexto del problema.
- Desarrollar modelos técnicos y financieros para analizar el riesgo y la incertidumbre.
- Aportar una comprensión profunda de los modelos a la dirección, de modo que se maximice el beneficio y se mitiguen los riesgos.

Los analistas de inversión en ConocoPhillips utilizan la simulación para calcular los flujos de caja esperados incorporando rangos de incertidumbre para los precios del petróleo y el gas, los gastos de capital, los costes operativos, las reservas, las tasas de producción y los regímenes fiscales. Los resultados de estos modelos son el valor monetario esperado (EMV), la TIR, el índice de rentabilidad, el tiempo de retorno y otras medidas propias de la empresa y de su sector que describen el riesgo y la rentabilidad del proyecto.

\*Coordinador de transacciones estratégicas, ConocoPhillips, Houston, Texas.

bles clave que determinan el valor son las ventas iniciales en 2008, la ratio gastos operativos/ventas, el múltiplo de valor terminal del capital circulante y los activos fijos que se venden al final del proyecto, y el margen bruto de beneficios. En consecuencia, un determinante clave del éxito o el fracaso de la inversión será la habilidad de la dirección de la empresa para vender agresivamente el producto desde el comienzo y contener los costes de fabricación, que subyacen al coste de los bienes vendidos, y los costes operativos asociados con el funcionamiento del negocio.

En última instancia, sin embargo, la decisión de abordar la inversión es una cuestión de juicio subjetivo, y dependerá de la disponibilidad de otros proyectos, el total de capital en riesgo y las personas involucradas. El análisis mediante simulación es solo otra herramienta para aportar información sobre la naturaleza de la incertidumbre que subyace al proyecto y a sus perspectivas de éxito. Debería verse como una herramienta de apoyo a la decisión, no como una máquina que produce respuestas de sí o no. Enfatizamos, una vez más, la importancia de profundizar cuanto podamos en los valores críticos que determinan el valor del proyecto.

### Reflexiones sobre el uso de la simulación

Elaborar un modelo de simulación requiere del analista una reflexión profunda sobre las fuentes de incertidumbre que afectan a los beneficios de una inversión, y le fuerza a ser

muy explícito sobre las asunciones, que de otro modo quedarían implícitas. En consecuencia, hay ventajas en el análisis mediante simulación que surgen tanto del proceso en sí como de su resultado.

Por ejemplo, un analista podría proyectar los flujos de caja que genera la inversión del Earthilizer sin las ventajas de un modelo de simulación. Sus proyecciones se apoyarían en estimaciones de los valores esperados de cada una de las variables clave (*i. e.*, la tasa de crecimiento de las ventas, el margen bruto de beneficios, las ratios de gastos operativos, etc.). Sin embargo, sin la necesidad de modelizar las distribuciones de los factores clave, el analista podría quedarse simplemente en su mejor estimación de los valores esperados. Estas proyecciones “a ojo” pueden funcionar razonablemente bien para inversiones muy simples, pero son problemáticas para casos más complejos donde hay múltiples fuentes de incertidumbre que interactúan para determinar la distribución de los flujos de caja del proyecto.

A veces se argumenta que la dificultad de hacer estas hipótesis sobre las distribuciones es razón suficiente para no hacerlas. No obstante, el hecho es que el analista que no consigue enfrentarse a la complejidad inherente a los flujos de caja de una inversión simplemente está dejando implícitas las hipótesis del análisis. Como regla general, creemos que es mejor ser tan explícito como sea posible cuando se evalúan inversiones relevantes.

### Extensiones del modelo del Earthilizer

Son prácticamente ilimitadas las posibilidades de refinar y modificar el modelo que hemos usado para analizar la propuesta de inversión del Earthilizer. Una oportunidad importante para mejorar nuestro modelo es considerar la dependencia entre las fuentes de aleatoriedad que determinan los flujos de caja del proyecto. En concreto, hay dos formas de dependencia que son importantes al modelizar los flujos de caja del proyecto. La primera es la dependencia que se evidencia a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si los ingresos del proyecto en 2008 son más elevados de lo esperado, es posible que el proyecto crezca más rápidamente que si son menores.

La segunda forma de dependencia es la posibilidad de que en un año cualquiera varios gastos se muevan de forma conjunta. Por ejemplo, el coste de los bienes vendidos (que está comprendido en el margen bruto de beneficios) y los gastos operativos como porcentaje sobre las ventas de la empresa podrían variar conjuntamente. Este sería el caso si los factores que afectan a la capacidad de la empresa de operar de forma eficiente y con costes relativamente reducidos (costes laborales y otros) están vinculados también a los factores que determinan el coste de los bienes vendidos de la empresa.

Si las dependencias de los tipos arriba descritos son importantes, se podrá modelizar la simulación de modo que las capture. Aunque no entraremos en más profundidad sobre las técnicas que se podrían utilizar, baste decir que el analista puede o bien modelizar la dependencia directamente, vinculando los valores de una variable clave a otra, o bien incorporar las correlaciones en el proceso utilizando Crystal Ball.

La extensión final del modelo que mencionaremos es la noción de **reversión a la media** en las tasas de variación interanual de los ingresos. Con esto nos referimos al hecho de que es muy común que los ingresos y los beneficios muestren el siguiente comportamiento: si la tasa de crecimiento de los ingresos en 2009 está por encima de lo esperado para ese año, es probable que la tasa de 2010 esté por debajo de lo esperado. Este patrón particular de las tasas de crecimiento puede introducirse en el modelo de simulación incorporando correlaciones negativas entre las tasas de crecimiento de los ingresos de años consecutivos.

### Utilización de las simulaciones para estimar la contribución de una inversión al riesgo de la empresa y del mercado

La simulación es una herramienta poderosa para profundizar en el potencial de creación de valor de una inversión propuesta. En concreto, es un método para incorporar de forma simultánea fuentes de incertidumbre múltiples y correlacionadas en el análisis de la distribución de los flujos de caja. En consecuencia, podemos usar la simulación para resolver lo que de otro modo serían problemas de estimación muy complejos. Deberíamos advertir, sin embargo, que en nuestro ejemplo, como en la mayoría de las aplicaciones a la industria, los riesgos del proyecto se consideran de forma aislada.

Para tener una perspectiva más completa sobre el riesgo de una inversión, se deben hacer simulaciones que examinen cómo el riesgo del proyecto contribuye al riesgo global de la empresa, y quizá incluso a la economía en su conjunto<sup>17</sup>. Por ejemplo, podríamos considerar el valor de los flujos de caja de la empresa en su conjunto en los diferentes escenarios, y utilizar simulaciones para determinar la covarianza entre los flujos de caja de la inversión y los de la empresa. Una inversión con una covarianza más baja se consideraría con menos riesgo, porque ayudaría a la empresa a diversificar.

## 3.4. ÁRBOLES DE DECISIÓN PARA VALORAR LA FLEXIBILIDAD DEL PROYECTO

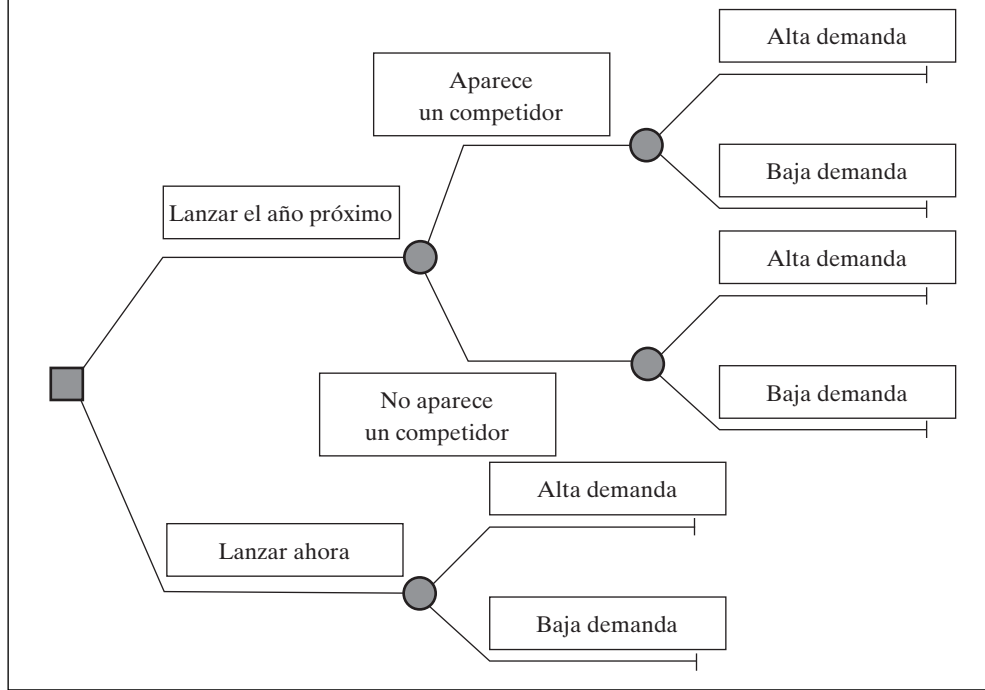
Hasta este momento hemos asumido que la empresa tiene una forma establecida para implementar el proyecto de inversión, y que no se desvía de su plan. Mientras que esto simplifica enormemente el análisis, en la realidad la mayor parte de los proyectos de inversión ofrecen a la empresa cierta flexibilidad en los datos de entrada e incluso en los productos finales. Por ejemplo, en lugar de seguir un calendario de producción prefijado, las empresas tienden a expandir su capacidad y así generar mayores flujos de entrada cuando la demanda del mercado es más elevada, y de forma similar, pueden recortar capacidad cuando baja la demanda.

El estudiante de finanzas astuto reconocerá que estamos hablando de **opciones** asociadas a las inversiones. Estudiaremos estas opciones reales en el Capítulo 11, donde analizaremos sus valores en mayor profundidad. Por ahora, introduciremos el concepto para que el lector pueda comprender cómo la flexibilidad en la implementación de una inversión afecta a los flujos de caja esperados que se utilizan en el análisis DCF.

Un árbol de decisión es una herramienta muy útil que revela el grado de flexibilidad en la implementación de un proyecto, y cómo las decisiones futuras pueden afectar a los valores. Por ejemplo, el árbol de decisión de la Figura 3.5 describe las consecuencias de la decisión de introducir un nuevo producto el año próximo en lugar de ahora. Si la empresa pospone el nuevo producto, existe la posibilidad de que entre un competidor, mientras que iniciarlo ahora reduce la probabilidad de tener competencia pero también la de conseguir un lanzamiento exitoso.

El árbol de decisión contiene varios nodos identificados por líneas verticales, círculos y cajas. Las líneas verticales denotan un nodo terminal que señala el final del proceso de decisión. Los círculos indican un evento donde la naturaleza interviene y ocurre algo sujeto al azar. En este árbol de decisión solo hay dos resultados posibles (alta demanda y baja de-

<sup>17</sup>Examinando cómo los flujos de caja del proyecto se correlacionan con la economía en su conjunto, podemos determinar indirectamente el riesgo sistémico del proyecto, que es determinante para su tasa de rentabilidad exigida. Hablaremos de la relación entre riesgo sistémico y tasas de rentabilidad exigidas en el Capítulo 4.

**Figura 3.5** Árbol de decisión sobre el lanzamiento de un nuevo producto

manda). Por último, el cuadrado al comienzo del árbol representa un nodo de decisión, donde el responsable determina lo que sucede. Por ejemplo, ¿se lanzará el nuevo producto de forma inmediata o será pospuesto un año?

Aunque no incluimos nodos de decisión adicionales, es concebible que haya muchas oportunidades de tomar decisiones a lo largo de la vida de la inversión. Por ejemplo, si el producto se lanza ahora y la empresa se encuentra con una baja demanda, podría entonces afrontar la decisión de continuar comercializando el producto o bien abandonar la inversión por completo.

### Ejemplo: Análisis de la opción de abandonar mediante árboles de decisión

Para ilustrar cómo podemos utilizar los árboles de decisión para incorporar la flexibilidad en el análisis de proyectos de inversión, consideremos la siguiente modificación del ejemplo del Earthilizer. Supongamos que CSM se enfrenta a una prueba de la Agencia de Protección del Medio Ambiente sobre los efectos de los residuos líquidos del Earthilizer en el agua subterránea. Si, al cabo de un año, la agencia determina que el proyecto no supone ningún riesgo, aprobará al Earthilizer para la venta indefinida en su forma actual. No habrá impacto sobre los flujos de caja esperados del proyecto.

Si, por el contrario, la agencia determina que el Earthilizer tiene un efecto tóxico en las aguas subterráneas, entonces serán necesarios procesos adicionales que costarán a

CSM unos 80.000 \$ estimados al año después de impuestos. Basándose en sus propios estudios, la dirección de CSM intuye que hay una probabilidad del 20% de que la agencia obligue a la empresa a gastar fondos adicionales.

#### Evaluación del proyecto del Earthilizer modificado sin la opción de abandono

Evaluemos los flujos de caja del proyecto y el VAN correspondientes a la inversión en el Earthilizer, modificada para tener en cuenta la prueba de la Agencia de Protección del Medio Ambiente. Para ilustrar la importancia de la opción de abandonar al cabo de un año si la agencia dictamina en contra de la empresa, primero evaluaremos los flujos de caja modificados suponiendo que CSM continúa la operación aunque tenga que asumir los costes adicionales de proceso.

En este caso, los flujos de caja esperados son iguales a una media ponderada de los flujos de caja originales del panel c de la Tabla 3.1 y los flujos de caja modificados. Estos últimos son simplemente los flujos de caja esperados originales menos los 80.000 \$ de costes adicionales de proceso. Los pesos que aplicamos a los dos flujos de caja son iguales a la probabilidad de que la agencia dictamine a favor y la probabilidad de que lo haga en contra de la empresa (*i. e.*, 1 menos la probabilidad de que sea favorable). En consecuencia, para 2008 la estimación modificada del PFCF estimado se calcula como sigue:

$$PFCF_{2008} \text{ modificado} = 0,8 \times 87.600 + (1 - 0,8) \times (87.600 - 80.000) = 71.600 \$$$

El panel a de la Tabla 3.4 presenta el conjunto completo de PFCF modificados para cada año. El VAN esperado para el proyecto del Earthilizer utilizando estos flujos de caja modificados es negativo: (12.872) \$. En otras palabras, el riesgo de tener que incurrir en 80.000 \$ en costes añadidos hace negativo el VAN del proyecto. Esto sugiere que el proyecto no debería ser abordado en absoluto. Nótese, sin embargo, que estamos asumiendo que el proyecto continuará durante todo el periodo planificado de cinco años, independientemente de lo que la agencia dictamine. Veamos el efecto de la opción de abandonar.

#### El valor de la opción de abandonar

El panel a de la Figura 3.6 describe la situación que afronta el Earthilizer: la empresa tiene la opción de abandonar después de un año si la agencia dictamina desfavorablemente y la empresa tiene que gastar 80.000 \$ adicionales al año (después de impuestos). Si CSM decide interrumpir la fabricación del Earthilizer, prevé que recuperará 380.000 \$ de la inversión inicial de 580.000 \$, más el PFCF esperado del primer año de 87.600 \$. La naturaleza de la inversión en el Earthilizer cambia sustancialmente al añadir esta fuente adicional de incertidumbre al problema, en conjunción con el potencial de parar la fabricación y recuperar la mayor parte de la inversión inicial.

En el panel b de la Figura 3.6 evaluamos el VAN de cada una de las cuatro circunstancias posibles ante las que la empresa puede encontrarse al cabo de un año:

- Si la agencia dictamina a favor, el proyecto del Earthilizer durante sus cinco años de vida esperada tiene un VAN esperado de 43.062 \$.
- Además, si abandona el proyecto al cabo de un año, sufrirá un VAN esperado de (167.108) \$<sup>18</sup>.

<sup>18</sup>Este es el VAN de abandonar al final del año 1, independientemente de que la agencia dictamine a favor o en contra.

**Tabla 3.4 Flujos de caja y VAN modificados del proyecto del Earthilizer**

<b>Panel a. Sin opción de abandono</b>						
<b>Dólares</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
PFCF esperados (dictamen a favor)	(580.000)	87.600	78.420	93.320	109.710	658.770
VAN (dictamen a favor)	43.062					
PFCF esperados (dictamen en contra)	(580.000)	7.600	(1.580)	13.320	29.710	578.770
VAN (dictamen en contra)	(236.608)					
PFCF modificado esperado	(580.000)	71.600	62.420	77.320	93.710	642.770
VAN esperado sin opción de abandono	(12.872)					
<b>Panel b. Con opción de abandono</b>						
<b>Dólares</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
PFCF esperados (proyecto no abandonado, dictamen a favor)	(580.000)	87.600	78.420	93.320	109.710	658.770
VAN (proyecto no abandonado, dictamen a favor)	43.062					
PFCF esperados (proyecto abandonado, dictamen en contra)	(580.000)	467.600	—	—	—	—
VAN (proyecto abandonado, dictamen en contra)	(167.108)					
VAN esperado con opción de abandono	1.028,31					

Obviamente, dadas estas dos opciones, si la agencia dictamina a favor, CSM querrá llevar a cabo el proyecto. Esta alternativa es vencedora y la otra (abandonar el proyecto) queda descartada.

¿Qué ocurre si la decisión de la agencia es desfavorable? De nuevo, el panel b de la Figura 3.6 presenta los números:

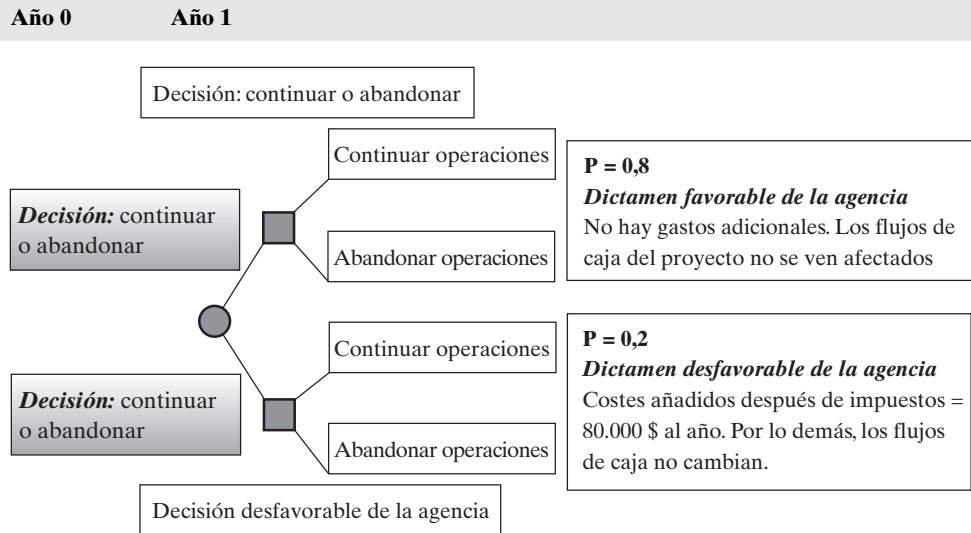
- Si la agencia dictamina en contra, el VAN esperado de continuar con la fabricación es de (236.608) \$.
- El VAN de abandonar el proyecto es solo (167.108) \$.

Así pues, en el evento de una decisión desfavorable, CSM debería abandonar el proyecto. Una vez más, la alternativa superior es la elegida, mientras que la inferior queda descartada.

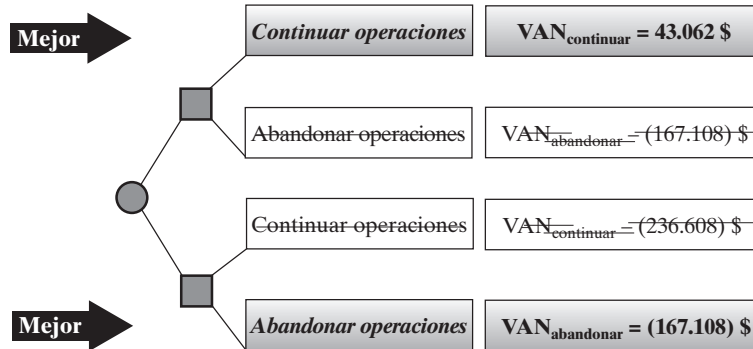
Si la probabilidad de un dictamen favorable fuese de un 50%, el VAN esperado del proyecto en presencia de la opción de abandono sería:

**Figura 3.6** Árbol de decisión sobre la opción de abandono del Earthilizer

**Panel a. Árbol de decisión de la inversión en Earthilizer**



**Panel b. VAN del proyecto de las ramas del árbol de decisión**



$$\begin{aligned}
 \left[ \begin{array}{l} \text{VAN esperado} \\ \text{(con opción} \\ \text{de abandono)} \end{array} \right] &= \left[ \begin{array}{l} \text{VAN esperado} \\ \text{(continuar operaciones,} \\ \text{dictamen favorable)} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{l} \text{Probabilidad} \\ \text{de dictamen} \\ \text{favorable} \end{array} \right] \\
 &+ \left[ \begin{array}{l} \text{VAN esperado} \\ \text{(interrumpir operaciones,} \\ \text{dictamen desfavorable)} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{l} \text{Probabilidad} \\ \text{1 - de dictamen} \\ \text{favorable} \end{array} \right]
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$



Por tanto,

$$\left[ \begin{array}{l} \text{VAN esperado} \\ \text{(con opción} \\ \text{de abandono)} \end{array} \right] = (43.062 \times 0,80) + [-167.108 \times (1 - 0,80)] = 1.028 \$$$

En el evento de un dictamen en contra de la Agencia de Protección del Medio Ambiente, la opción de cerrar o abandonar el proyecto del Earthilizer al cabo de un año tiene un VAN esperado positivo. La clave aquí es que la empresa puede abandonar el proyecto para evitar las pérdidas en que incurriría si lo continuase.

El abandono trunca la cola izquierda de la distribución del VAN de un proyecto. El truncamiento elimina los VAN negativos y, como resultado, incrementa la media de la distribución ahora truncada a 1.028 \$. Sin la opción de abandono, el VAN esperado era negativo e igual a (12.872) \$. En esencia, la opción de abandono mitiga parte del riesgo de un dictamen desfavorable de la agencia. Claramente, considerar los efectos de la flexibilidad del proyecto en el análisis (en este caso, la flexibilidad de reconsiderar la inversión y posiblemente abandonarla si la agencia dictaminase en contra) tiene un efecto material en la valoración del proyecto.

### Uso de la teoría de valoración de opciones para evaluar la opción de abandono

En el Capítulo 11 reconsideramos la opción de abandonar una inversión en el contexto de un modelo de valoración de opciones. En nuestro ejemplo hemos supuesto simplemente que sabíamos cuánto valdría el proyecto tanto con una respuesta favorable de la Agencia de Protección del Medio Ambiente como sin ella. En el Capítulo 11 consideraremos problemas más complejos en que la inversión puede ser abandonada en varias fechas futuras. ¡No cambie de canal!

## 3.5. RESUMEN

Determinar el valor de una oportunidad de inversión es inmediato cuando se conocen los flujos de caja futuros. No obstante, vivimos en un mundo de mucha incertidumbre, y muy pocas inversiones generan flujos de caja que puedan ser predichos con cierto grado de precisión. Aunque la incertidumbre claramente complica el proceso de valoración, existen varias herramientas que ayudan al analista a afrontar esta complejidad con eficacia.

En este capítulo se han presentado tres herramientas básicas que se utilizan para evaluar el impacto de la incertidumbre en los resultados de un proyecto: el análisis de escenarios, el análisis de sensibilidad del punto muerto y el análisis mediante simulación. Las tres herramientas aportan información que el analista puede emplear para comprender los factores clave que determinan el éxito o el fracaso de un proyecto. Esta información ayuda al analista a saber cómo de segura debería estar la empresa sobre las perspectivas de un proyecto.

Este capítulo también ha expuesto el importante papel que juega la flexibilidad del proyecto. Con esto nos referimos a las oportunidades que tiene la empresa de modificar una inversión durante su vida en respuesta a cambios en las circunstancias y a nuevas oportunidades. Hablaremos de opciones reales más adelante en el libro, pero es útil comenzar a pensar ya en cómo la flexibilidad puede afectar a los flujos de caja esperados y a sus riesgos.

## PROBLEMAS

**3.1. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PUNTO MUERTO.** Clayton Manufacturing Company está considerando una inversión en un nuevo sistema automático de inventariado para su almacén que ahorrará dinero a la empresa en los próximos cinco años. El director financiero de la empresa prevé ingresos adicionales antes de intereses, impuestos y amortización (EBITDA)<sup>19</sup> provenientes del ahorro de costes iguales a 200.000 \$ en el primer año de funcionamiento del centro, y en los siguientes cuatro años la empresa estima que este importe crezca a una tasa del 5% anual. El sistema requerirá una inversión inicial de 800.000 \$ que se amortizará de forma lineal durante un periodo de cinco años, a un ritmo de 160.000 \$ y con un valor residual de cero.

- a. Calcule el PFCF anual para cada uno de los cinco años, sabiendo que el tipo impositivo de la empresa es del 35%.
- b. Si el coste de capital del proyecto es del 12%, ¿cuál es el VAN proyectado de la inversión?
- c. ¿Cuál es el ahorro mínimo (*i. e.*, EBITDA) en el primer año necesario para obtener un punto muerto (VAN = 0)?

**3.2. ANÁLISIS DEL RIESGO DEL PROYECTO-ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.** Vuelva al ejemplo de HMG del Problema 2.8 y responda a las siguientes preguntas:

- a. ¿Cuáles son las principales fuentes de riesgo en este proyecto?
- b. Utilice la función “Buscar objetivo” de Excel para hallar los puntos muertos (*i. e.*, los valores que hacen cero el VAN del proyecto) para cada una de las siguientes variables: el CAPEX inicial, el capital circulante como porcentaje del crecimiento de los ingresos, el coste variable como porcentaje de las ventas, y el volumen de ventas. (Pista: aumente o disminuya en el mismo porcentaje el volumen de ventas para los cinco años).
- c. ¿Cuál de las variables analizadas en el apartado b supone la mayor causa de preocupación? ¿Qué se podría hacer para reducir el riesgo del proyecto, si es que se puede hacer algo?
- d. ¿Siempre deberíamos intentar reducir el riesgo del proyecto?

**3.3. ANÁLISIS DEL RIESGO DEL PROYECTO-INTEGRAL.** Bridgeway Pharmaceuticals fabrica y vende medicinas genéricas sin receta en fábricas situadas en todo el hemisferio oeste. Una de sus fábricas está intentando decidir si automatizar parte de su proceso de empaquetado comprando una máquina de tratamiento y reciclado de desechos.

La inversión propuesta es de 400.000 \$ para comprar el equipo necesario y ponerlo en funcionamiento. La máquina tendrá una vida esperada de cinco años y se amortizará a un ritmo de 80.000 \$ por año, hasta un valor residual de cero. Los analistas de la empresa estiman que la compra del nuevo sistema de tratamiento de desechos supondrá ahorros de 40.000 \$ anuales en costes laborales, 18.000 \$ anuales en costes de tratamiento de desechos y 200.000 \$ anuales de la venta del plástico recuperado de los desechos (netos de los gastos de venta). Bridgeway requiere un rendimiento del capital del 20% y tiene un tipo impositivo del 35%.

<sup>19</sup>El EBITDA es una medida de los ingresos de una empresa ampliamente utilizada que encontraremos repetidas veces a lo largo del libro. Es igual a los ingresos antes de intereses e impuestos (EBIT) más los gastos de amortización.

- a. Utilizando las estimaciones anteriores, ¿debería Bridgeway comprar el sistema automático de tratamiento de desechos?
- b. El gerente de la fábrica ha formulado varias preguntas sobre los ahorros potenciales del sistema. Ha pedido al analista financiero a cargo de la propuesta que evalúe el impacto de las variaciones en el precio de los plásticos de desecho, que ha sido volátil en el pasado. En concreto, ¿cuál sería el impacto de una reducción del precio que divadiese por dos los ingresos por la venta del desecho en los cinco años?
- c. (Simulación). Modelice la nueva inversión cuyo valor queda determinado por las siguientes variables aleatorias: los ingresos anuales por el desecho plástico recuperado en el primer año siguen una distribución triangular con un valor mínimo de 100.000 \$, un valor más probable de 200.000 \$ y un valor máximo de 300.000 \$. En el segundo año (y en los años siguientes) la distribución sigue siendo triangular; sin embargo, el valor más probable es ahora igual al valor observado en el año anterior, el mínimo es igual al 50% de dicho valor, y el máximo es el 150% del mismo. Además, los ingresos por los desechos recuperados muestran un coeficiente de correlación de cada año al siguiente de 0,9. Los ahorros de costes laborales pueden proyectarse con un mayor nivel de precisión porque representan el recorte de un trabajador por horas que no se necesitará cuando el nuevo sistema entre en funcionamiento. Las reducciones en los costes del tratamiento de los desechos siguen una distribución uniforme con un valor mínimo de 15.000 \$ y un valor máximo de 21.000 \$. Los costes de tratamiento de los desechos se asumen incorrelacionados a lo largo del tiempo.
  - i. ¿Cuál es la probabilidad de obtener un flujo de caja inferior a 150.000 \$ en el primer año? ¿Y en el quinto año? (Pista: defina los PFCF anuales para los años 1 a 5 como variables proyectadas. Solo utilizará las distribuciones de los flujos de caja de los años 1 y 5 para esta pregunta, pero necesitará las cinco para responder al apartado iii).
  - ii. ¿Cuáles son el VAN y la TIR esperados para este proyecto?
  - iii. (Opcional). ¿Cuáles son la media y la desviación típica de las distribuciones simuladas de los flujos de caja para cada uno de los cinco años? ¿Cuál es el efecto de la correlación positiva en los factores que determinan los PFCF del proyecto? (Pista: observe las desviaciones típicas de los flujos de caja anuales a lo largo del tiempo).

3.4. ANÁLISIS DEL RIESGO DEL PROYECTO-SENSIBILIDAD DEL PUNTO MUERTO. TitMar Motor Company está considerando fabricar un nuevo vehículo de transporte personal llamado PTV. El PTV competiría directamente con el nuevo e innovador Segway. El PTV utilizaría una plataforma sobre tres ruedas capaz de transportar a una persona durante seis horas con la batería cargada, gracias a un nuevo tipo de batería desarrollado por TitMar. El PTV de TitMar se vendería por una cantidad sustancialmente menor que el Segway, pero ofrecería funcionalidades equivalentes.

Los estados financieros pro forma para el proyecto propuesto, incluyendo las proyecciones e hipótesis que subyacen, se muestran en el Anexo 3.4.1. Nótese que los ingresos se calculan como sigue: precio unitario  $\times$  cuota de mercado (%)  $\times$  volumen del mercado, y las unidades vendidas = ingresos/precio unitario. El proyecto ofrece un VAN esperado de 9.526.209 \$ y una TIR de 39,82%. Dada la tasa de rendimiento exigida por TitMar, de un 18%, el proyecto parece ganador.

Aunque el proyecto tiene muy buen aspecto a partir de las estimaciones de la dirección, está sujeto a mucho riesgo y puede convertirse en una inversión con VAN negativo



<b>Anexo P3-4.1 Continúa</b>	
<b>Asunciones y predicciones</b>	<b>Estimaciones</b>
EBT (beneficio neto operativo)	13.120.046
Impuestos	(6.560.023)
(NOPAT)	6.560.023
Más: gasto de amortización	1.400.000
Menos: CAPEX	—
Menos: variación de capital circulante neto	(424.993)
PFCF	6.975.029
VAN	16.884.878
TIR	39,82%

con relativamente pocos cambios en los factores clave. Desarrolle un modelo de valoración del proyecto en una hoja de cálculo y responda a las siguientes preguntas:

- a. Si la cuota de mercado resultase ser de solo un 5%, ¿qué les ocurriría al VAN y a la TIR del proyecto?
- b. Si la cuota de mercado sigue siendo un 15% pero el precio del PTV baja a 4.500 \$, ¿cuál es el VAN?

3.5. ANÁLISIS MEDIANTE SIMULACIÓN. Utilice el modelo del Problema 3.4 para construir un modelo de simulación para el PTV de TitMar. Incorpore dos variables aleatorias (*i. e.*, estocásticas) en su modelo para capturar el volumen del mercado de estos vehículos. Cada una de estas variables sigue una distribución:

- **Cuota de mercado.** La cuota de mercado sigue una distribución triangular con un valor más probable del 15%, un mínimo del 10% y un máximo del 20%.
- **Tasa de crecimiento del volumen del mercado.** Se asume que la tasa de crecimiento del mercado en el año 1 sigue una distribución normal con media 5% y desviación típica 2%. Para el año 2, la tasa de crecimiento esperada del volumen del mercado es igual a la tasa simulada para el año 1, y la desviación típica es del 2%. Las tasas de crecimiento para los años 3 y siguientes siguen el mismo patrón descrito para el año 2.

Lance 10.000 iteraciones y defina dos variables de salida: el valor actual neto y la tasa interna de rentabilidad. ¿Cuál es la probabilidad de que el VAN sea cero o negativo? ¿Cuál es la probabilidad de que la TIR sea inferior al 18%?

3.6. ÁRBOL DE DECISIÓN Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PUNTO MUERTO. Vuelva a considerar el análisis mediante árbol de decisión de la Tabla 3.4, pero ahora con un valor de abandono de solo 350.000 \$. ¿Cuál es ahora el VAN esperado del proyecto? ¿Cuál es el valor de abandono mínimo que arroja un VAN esperado de cero con la opción de abandono? (Pista: utilice la función “Buscar objetivo” para obtener el valor de abandono que produce un VAN esperado de cero).

3.7. EJERCICIOS INTRODUCTORIOS DE SIMULACIÓN. Construya un modelo en una hoja de cálculo para cada uno de los siguientes ejercicios y utilícelo luego para desarrollar un modelo de simulación.

- a. Jason Enterprises se enfrenta a un futuro incierto en lo que se refiere a sus ventas. En concreto, para el año próximo la directora financiera de la empresa ha descrito sus previsiones de ventas así: “Las ventas podrían llegar hasta 10 M\$ o bajar hasta 7 M\$, pero no sabría decirle nada más”. ¿Cómo caracterizaría las ventas de la empresa utilizando una distribución de probabilidad? Si los ingresos operativos de Jason suelen ser un 25% de las ventas de la empresa, ¿en cuánto los estima para el próximo año? Construya un modelo en una hoja de cálculo que contemple la incertidumbre en los ingresos futuros para estimar el beneficio bruto esperado de la empresa.
- b. En la primavera de 2008, Aggiebear Dog Snacks, Inc. estaba estimando su beneficio bruto (ingresos menos coste de bienes vendidos) para 2009. El director financiero de la empresa acababa de asistir a un seminario de dos días sobre simulación y pidió a su analista que construyera un modelo para realizar la estimación. Para guiar al analista, el director financiero preparó la siguiente tabla:

Cuenta de resultados	Descripción de la variable
Ingresos	Mínimo = 18 M\$; más probable = 25 M\$; máximo = 35 M\$
Coste de bienes vendidos	Entre el 70% y el 80% de los ingresos

- i. Modelice el beneficio bruto de Aggiebear en una hoja de cálculo.
- ii. Utilice la información anterior para convertir su modelo en uno de simulación.
- iii. Lance 10.000 iteraciones en su modelo. ¿Cuál es el beneficio bruto esperado para 2009? ¿Cuál es la probabilidad de que sea menor que 3,5 M\$?

3.8. ANÁLISIS DEL RIESGO DEL PROYECTO UTILIZANDO LA SIMULACIÓN. Rayner Aeronautics está considerando una inversión de 12,5 M\$ que tiene un PFCF estimado de 2 M\$ en su primer año de funcionamiento. El proyecto tiene una vida de cinco años y Rayner exige una rentabilidad del 18% para aprobar la inversión.

- a. ¿Qué tasa de crecimiento del PFCF entre los años 2 y 5 es necesaria para que el proyecto alcance su punto muerto (*i. e.*, tenga un VAN de cero)?
- b. Construya un modelo de simulación de la oportunidad de inversión para estimar los valores esperados del PFCF de los años 1 a 5. El flujo de caja del primer año se distribuye según una normal con un valor esperado de 2 M\$ y una desviación típica de 1 M\$. Además, la tasa de crecimiento del PFCF en los años 2 a 5 sigue una distribución triangular con los siguientes parámetros:

Año	Tasa de crecimiento más probable	Tasa de crecimiento mínima	Tasa de crecimiento máxima
2	40%	$\frac{1}{2}$ de la tasa más probable	Doble de la tasa más probable
3	Tasa real del año anterior	$\frac{1}{2}$ de la tasa real del año anterior	Doble de la tasa real del año anterior
4	Tasa real del año anterior	$\frac{1}{2}$ de la tasa real del año anterior	Doble de la tasa real del año anterior
5	Tasa real del año anterior	$\frac{1}{2}$ de la tasa real del año anterior	Doble de la tasa real del año anterior

- c. ¿Cuáles son el VAN y la TIR esperados del proyecto, basándose en el análisis de simulación realizado en el apartado b)?

### 3-9 **MINICASO** PROYECTO DE COMPRA DE GAS DE CONOCOPHILLIPS <sup>20</sup>

El departamento de Gas Natural y Productos del Gas (NG&GP) de ConocoPhillips (COP) gestiona todas las actividades de la empresa relativas a la obtención, compra, procesado y venta de gas natural y gas licuado. Chris Simpkins, un recién licenciado, fue contratado recientemente como analista financiero en el departamento de NG&GP. Una de las primeras tareas de Chris fue revisar las previsiones de una propuesta de proyecto de com-

<sup>20</sup>Preparado por Betty Simkins, Oklahoma State University.

**Anexo P3-9.1 Análisis del proyecto de compra de gas de ConocoPhillips**

Año	0	1	2	3
Inversión	1.200.000 \$			
Incremento de capital circulante neto	145.000			
Tasa de amortización MARC (7 años)		0,1429	0,2449	0,1749
Precio a boca de pozo del gas natural (por MCF)		6,00 \$	6,00 \$	6,00 \$
Producción (MCF/día)		900	720	576
Días por año		365		
Tasa para el productor de gas (por MCF)		3,00 \$	3,00 \$	3,00 \$
Costes de compresión y proceso (por MCF)		0,65	0,65	0,65
<b>Cálculo de los flujos de caja</b>				
Ingresos por la venta de gas natural		1.971.000 \$	1.576.800 \$	1.261.400 \$
Coste de la concesión		985.500	788.400	630.720
Costes de compresión y proceso		213.525	170.820	136.656
Gastos de amortización		171.480	293.880	209.880
Beneficio neto operativo		600.495	323.700	284.184
Menos impuestos (40%)		(240.198)	(129.480)	(113.674)
NOPAT		360.297	194.220	170.510
Más amortización		171.480	293.880	209.880
Rendimiento del capital circulante neto				
<b>PFCF</b>	(1.345.000)	531.777	488.100	380.390

pra de gas que hizo uno de los ingenieros de campo de la empresa. Las proyecciones de los flujos de caja durante los 10 años de la inversión se encuentran en el Anexo P3.9.1, y se basan en las siguientes asunciones:

- La inversión necesaria para el proyecto se compone de dos partes: en primer lugar, el coste de instalar el gaseoducto, de 1,2 M\$. Se espera que el proyecto tenga una vida de 10 años y se amortice durante siete años utilizando un MACRS<sup>21</sup>. En segundo lugar, el proyecto requerirá un aumento de 145.000 \$ en el capital neto circulante, que se asume se recupera al finalizar el proyecto.

<sup>21</sup>Sistema modificado y acelerado de recuperación de costes (MACRS, por sus siglas en inglés). Este sistema utiliza una vida de amortización más corta para los activos, y por tanto permite mayores deducciones fiscales y flujos de caja en los primeros años del proyecto que el sistema de amortización lineal.



4	5	6	7	8	9	10
0,1249	0,0893	0,0893	0,0893	0,0445		
6,00 \$	6,00 \$	6,00 \$	6,00 \$	6,00 \$	6,00 \$	6,00 \$
461	369	295	236	189	151	121
3,00 \$	3,00 \$	3,00 \$	3,00 \$	3,00 \$	3,00 \$	3,00 \$
0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
1.009.152 \$	807.322 \$	645.857 \$	516.686 \$	413.349 \$	330.679 \$	264.543 \$
504.576	403.661	322.929	258.343	206.674	165.339	132.272
109.325	87.460	69.968	55.974	44.779	35.824	28.659
149.880	107.160	107.160	107.160	53.400	—	—
245.371	209.041	145.801	95.209	108.495	129.516	103.613
(98.148)	(83.616)	(58.320)	(38.083)	(43.398)	(51.806)	(41.445)
147.223	125.425	87.480	57.125	65.097	77.710	62.168
149.880	107.160	107.160	107.160	53.400	—	—
						145.000
297.103	232.585	194.640	164.285	118.497	77.710	207.168

- Se espera que el yacimiento produzca 900 MCF (miles de pies cúbicos) al día de gas natural durante el primer año, y luego decaiga durante los siguientes nueve años (se consideran 365 días operativos al año) a una tasa del 20% anual.
- Además de los gastos iniciales por el gasoducto y el capital circulante adicional, se incurrirá en dos gastos más. En primer lugar, hay que pagar una tasa al productor que consiste en un 50% del precio de mercado del gas natural a boca de pozo. En otras palabras, si el precio de mercado a boca de pozo es de 6 \$ por MCF, el 50% (es decir, 3 \$ por MCF) se paga al productor. En segundo lugar, hay que pagar los costes del proceso y la compresión del gas, de 0,65 \$ por MCF.
- El valor residual del equipo al final de la concesión de gas natural es cero.
- El precio del gas natural a boca de pozo es actualmente 6 \$ por MCF.
- El coste de capital de este proyecto es del 15%.

## PREGUNTAS

1. ¿Cuáles son el VAN y la TIR del proyecto propuesto, basándose en las previsiones anteriores? ¿Debería Chris recomendar que se aborde el proyecto? ¿Por qué o por qué no? ¿Qué reservas debería tener Chris a la hora de recomendar el proyecto a su jefe?
2. Lleve a cabo un análisis de sensibilidad del proyecto propuesto para determinar el impacto sobre el VAN y la TIR de cada uno de los siguientes escenarios:
  - a. Mejor escenario: el precio del gas natural es de 8 \$ y la tasa de producción durante el primer año es de 1.200 MCF al día y decae después a un 20% anual.
  - b. Escenario más probable: el precio del gas natural es de 6 \$ y la tasa de producción durante el primer año es de 900 MCF al día y decae después a un 20% anual.
  - c. Peor escenario: el precio del gas natural es de 3 \$ y la tasa de producción durante el primer año es de 700 MCF al día y decae después a un 20% anual.
3. Realice un análisis de sensibilidad del punto muerto para obtener el valor de cada una de las siguientes variables que hace cero el VAN:
  - a. Precio del gas natural.
  - b. Producción de gas natural en el primer año.
  - c. Inversión.
4. Dados los resultados de su análisis del riesgo en las preguntas 2 y 3, ¿recomienda este proyecto? ¿Por qué o por qué no?

3-10 **MINICASO** PROYECTO DE ALETAS DE SOUTHWEST AIRLINES<sup>22</sup>

Como aerolínea de bajo coste, Southwest Airlines está constantemente buscando maneras de mejorar la eficiencia de sus operaciones y mantener una estructura de costes por debajo de la competencia. En la primavera de 2002, Aviation Partners Boeing (APB) se puso en contacto con Scott Topping, el tesorero de la empresa, para ofrecerle un sistema innovador para ahorrar combustible: la instalación de una nueva tecnología conocida como *blended winglets* (o aletas marginales integradas). Las aletas, hechas de grafito, fueron diseñadas para la aeronave Boeing 737-700. Southwest tenía por entonces 142 aviones de este modelo en su flota.

El sistema de aletas marginales integradas fue desarrollado por APB, una empresa de capital riesgo entre Aviation Partners, Inc. y The Boeing Company. El objetivo principal de la aleta era reducir las turbulencias, lo que conlleva una mayor eficiencia de vuelo. Como resultado, las aletas comportaban tres ventajas importantes: permitían al avión aumentar su autonomía de vuelo, llevar mayor carga y ahorrar combustible. Las aletas lograban esto incrementando la envergadura del borde de salida y creando mayor sustentación en el extremo del ala.

Para completar su análisis financiero, Scott tenía que identificar los costes y beneficios potenciales, así como lograr la aprobación de los departamentos de Ingeniería de Mantenimiento, Operaciones de Vuelo e Instalaciones. Sin embargo, Scott era muy consciente de que por delante de los beneficios financieros potenciales, la seguridad era prioritaria. El proceso llevó varios meses, a causa de la complejidad del proyecto.

Después de estudiar el proyecto con los departamentos implicados, Scott hizo las siguientes estimaciones de los costes y beneficios para Southwest del sistema de aletas marginales:

<sup>22</sup>Preparado por Betty Simkins, Oklahoma State University.

- Las aletas, que costaban 700.000 \$ el par, podían instalarse a un coste adicional de 56.000 \$ por aeronave. La instalación podía planificarse para que coincidiese con el mantenimiento periódico. Como resultado, se esperaba que cada aeronave estuviese fuera de servicio un solo día adicional, con un coste de 5.000 \$.
- Después de considerar los efectos a corto y largo plazo de las aletas, el departamento de Ingeniería de Mantenimiento estimó que, en promedio, los costes de reparación serían de media 2.100 \$ al año por aeronave, debido fundamentalmente a daños accidentales.
- Se esperaba que la mayor envergadura de las alas permitiese a cada aeronave volar hasta 115 millas náuticas más y reducir el consumo de combustible entre un 4% y un 6%. Esto suponía que Southwest podía esperar un ahorro de 178.500 galones de combustible por aeroplano y año.
- Operaciones de Vuelo<sup>23</sup> estimó que la sustentación adicional que proporcionaban las aletas reduciría los costes de Southwest por utilizar pistas restringidas, con unos ahorros estimados de 500 \$ por aeronave y año.
- El departamento de Instalaciones evaluó el efecto del incremento en la envergadura del ala en cada uno de los 59 aeropuertos que Southwest utilizaba en su estructura de rutas de aquel momento. El departamento estimó que las modificaciones necesarias en las instalaciones se podrían lograr con un coste único de unos 1.200 \$ por aeronave.
- El proyecto de aletas marginales integradas podía acceder a las ventajas de una deducción fiscal acelerada de acuerdo con la normativa vigente. Con un tipo impositivo del 39% y utilizando un calendario de amortización de siete años (véase la tabla siguiente), Southwest tendría derecho a amortizar el proyecto un 50% adicional en el primer año.
- Se espera que el proyecto de las aletas tenga una vida de al menos 20 años, al fin de la cual las aletas tienen un valor de salvación esperado de 105.000 \$. Se asume un coste de combustible de 0,80 \$ por galón y un coste de capital de 9,28%. Se espera que todos los elementos salvo el combustible se incrementen a una tasa del 3%. Realice el análisis “por avión”.

#### Detalles de la amortización

Año	Tabla de MARCS normal	50% de la tabla normal	Año 1 (50% adicional)	Total (tabla modificada)
1	14,29%	7,15%	50,00%	<b>57,15%</b>
2	24,49%	12,25%		<b>12,25%</b>
3	17,49%	8,75%		<b>8,75%</b>
4	12,49%	6,25%		<b>6,25%</b>
5	8,93%	4,47%		<b>4,47%</b>
6	8,92%	4,46%		<b>4,46%</b>
7	8,93%	4,47%		<b>4,47%</b>
8	4,46%	2,23%		<b>2,23%</b>

<sup>23</sup>Southwest Airlines estimó el valor residual en aproximadamente el 15% del coste de las aletas; sin embargo, este valor es muy incierto dado que es una nueva tecnología sin datos históricos en los que basar la estimación. Scott intuía que las aletas tendrían sin duda un valor residual, así que un 15% parecía un valor razonable ante la limitación de datos disponibles. En el análisis, las aletas deben amortizarse hasta cero, y el valor residual en el año 20 debe ser tratado como un ingreso sujeto a impuestos.

Evalúe el proyecto analizando las siguientes cuestiones:

- a. Estime el PFCF anual del proyecto para cada uno de los próximos 20 años, así como el flujo de caja inicial.
- b. Calcule el VAN y la TIR del proyecto.
- c. ¿Cuál es el punto muerto del coste del combustible para el proyecto? ¿Cuál es el punto muerto del ahorro de combustible en galones, suponiendo que cuesta 0,80 \$ por galón?
- d. ¿Cómo de sensible es el VAN del proyecto a un cambio en las asunciones sobre los costes esperados y los ahorros de combustible? Utilice el análisis de escenarios para estudiar el mejor caso (precio de combustible de 1,10 \$ por galón y ahorro de combustible de 214.000 galones al año) y el peor caso (precio de combustible de 0,50 \$ por galón y ahorro de combustible de 142.000 galones al año).
- e. ¿Qué riesgos y ventajas potenciales ve usted que no se hayan incorporado en el análisis cuantitativo?
- f. ¿Cuál es el impacto en el VAN y la TIR del proyecto si las aletas tienen un valor de salvación de cero?
- g. ¿Recomienda usted que Southwest Airlines aborde este proyecto? ¿Por qué o por qué no?

## PALABRAS CLAVE

Análisis de escenarios  
Análisis de sensibilidad del punto muerto  
Diagrama de tornado  
Distribución de probabilidad  
Distribución triangular  
Distribución uniforme  
Opciones  
Reversión a la media  
Simulación de Montecarlo

# Introducción al análisis de simulación con Crystal Ball

## ¿Qué es la simulación?

La simulación hace referencia al proceso de construcción de un modelo que imita la vida real; por ejemplo, los flujos de caja que se obtienen del funcionamiento de una central eléctrica.

## ¿Por qué construir modelos de simulación?

Cuando los flujos de caja están sujetos a múltiples fuentes de incertidumbre, determinar su valor esperado es increíblemente complejo. En estos casos, la simulación es una herramienta útil para caracterizar la solución. En esencia, se utiliza la potencia del ordenador para obtener una distribución de soluciones posibles que refleje las fuentes subyacentes de incertidumbre del problema.

## ¿Qué es Crystal Ball?

Crystal Ball es un complemento que le permite construir modelos de simulación en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Es un producto de Decisioneering, Inc.<sup>24</sup>, ahora propiedad de Oracle. Aunque usaremos Crystal Ball en este libro, un complemento de simulación alternativo, de Palisade Corporation, es @Risk<sup>25</sup>.

## ¿Cómo construyo un modelo de simulación con Crystal Ball?

Los modelos de Excel son deterministas, lo que significa que los datos de entrada son fijos (un valor en cada celda). Solo puede verse una solución en cada instante. Si quiere ver resultados alternativos, tiene que cambiar manualmente los datos de entrada al modelo. Crystal Ball da al usuario la capacidad de cambiar los datos de entrada de forma dinámica, de modo que se puedan calcular y almacenar muchas soluciones para su análisis posterior. Convertir un modelo determinista en uno de simulación dinámica requiere tres pasos:

- En primer lugar, debemos identificar los parámetros de entrada al modelo que están sujetos a incertidumbre y asociar a cada uno su distribución de probabilidad. En Crystal Ball estos parámetros de entrada inciertos o estocásticos se llaman **asunciones**.

<sup>24</sup><http://www.oracle.com/crystalball/index.html>

<sup>24</sup><http://www.palisade.com>

- En segundo lugar, hay que identificar los parámetros de salida concretos que son importantes en el análisis. Crystal Ball los denomina **predicciones**.
- Por último, una vez que las asunciones y las predicciones han sido identificadas (diremos cómo hacer esto en un momento), podemos iniciar la simulación. Este proceso consiste en seleccionar un valor para cada una de las asunciones del modelo, calcular el valor de cada parámetro de salida, y almacenar el resultado. El proceso, llamado **iteración**, se repite el número de veces que especifique.

El resultado de la simulación son todos los valores almacenados de las variables predichas (por ejemplo, VAN o TIR). Los datos simulados pueden ser analizados con estadísticos descriptivos, como la media, la mediana o la desviación típica; o dibujando un histograma o una distribución de frecuencias.


Para ilustrar el uso de Crystal Ball con un ejemplo muy sencillo, considere el caso de WiseData Corp. La empresa está evaluando una inversión en una nueva línea de productos que se espera que produzca ingresos por ventas durante tan solo un año. La dirección de la empresa está intentando proyectar el beneficio bruto que podría generar la inversión (como parte de su análisis de los flujos de caja del proyecto). Su estimación inicial del beneficio bruto es de 20.000 \$ y se encuentra a continuación, en un modelo estático de Excel:

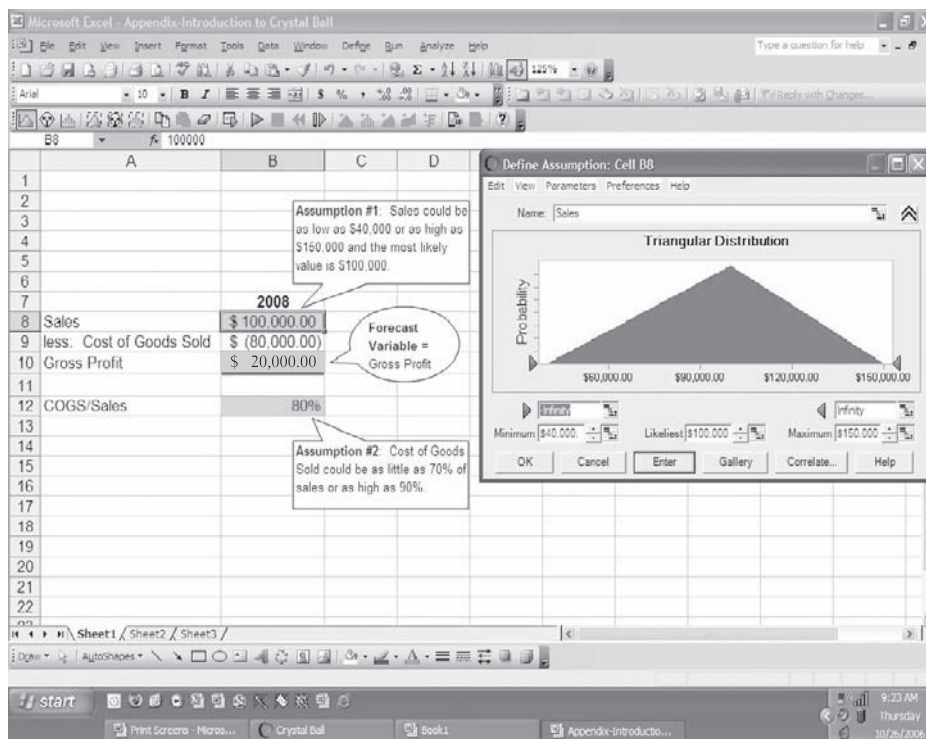
	<b>2008</b>
Ventas	100.000 \$
Menos: coste de los bienes vendidos	<u>(80.000) \$</u>
Beneficio bruto	<u><u>20.000 \$</u></u>

No obstante, la dirección es consciente de que tanto el nivel de ventas como el coste de los bienes vendidos son inciertos, de modo que también el beneficio bruto lo es. Para modelizar el beneficio bruto utilizando una simulación que evalúe su incertidumbre subyacente, la dirección ha evaluado la variabilidad de las ventas y el coste de bienes vendidos como sigue:

<b>Variable (asunción)</b>	<b>Descripción de la incertidumbre</b>	<b>Distribución de probabilidad</b>
Ventas	Pueden bajar hasta 40.000 \$ o subir hasta 150.000 \$, pero el valor más probable es 100.000 \$.	Triangular con valor mínimo de 40.000 \$, valor más probable de 100.000 \$ y valor máximo de 150.000 \$.
Coste de bienes vendidos	Podría bajar hasta el 70% o subir hasta el 90% de las ventas.	Distribución uniforme con valor mínimo de 70% y valor máximo de 90%.

Nótese que la dirección de la empresa ha identificado las variables del modelo que están sujetas a incertidumbre, ha descrito la naturaleza de su incertidumbre (quizá con la ayuda directa de los profesionales de la empresa que están más familiarizados con el problema) y ha traducido la descripción de esta incertidumbre en una distribución de probabilidad apropiada. Cada uno de estos pasos requiere habilidad y juicio experto que se desarrollan con el tiempo y la práctica.

Crystal Ball añade iconos a la barra de herramientas de Excel que facilitan el proceso de definir las asunciones e identificar las predicciones. La pantalla contiene el modelo final después de colocar el cursor en la celda C8 (ventas), seleccionar  e introducir la estimación del valor mínimo, el más probable y el máximo de la distribución triangular, como se muestra a continuación:



The screenshot displays a Microsoft Excel spreadsheet with a financial model for the year 2008. The spreadsheet is as follows:


	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7			2008	
8	Sales	\$ 100,000.00		
9	less: Cost of Goods Sold	\$ (80,000.00)		
10	Gross Profit	\$ 20,000.00		
11				
12	COGS/Sales	80%		
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

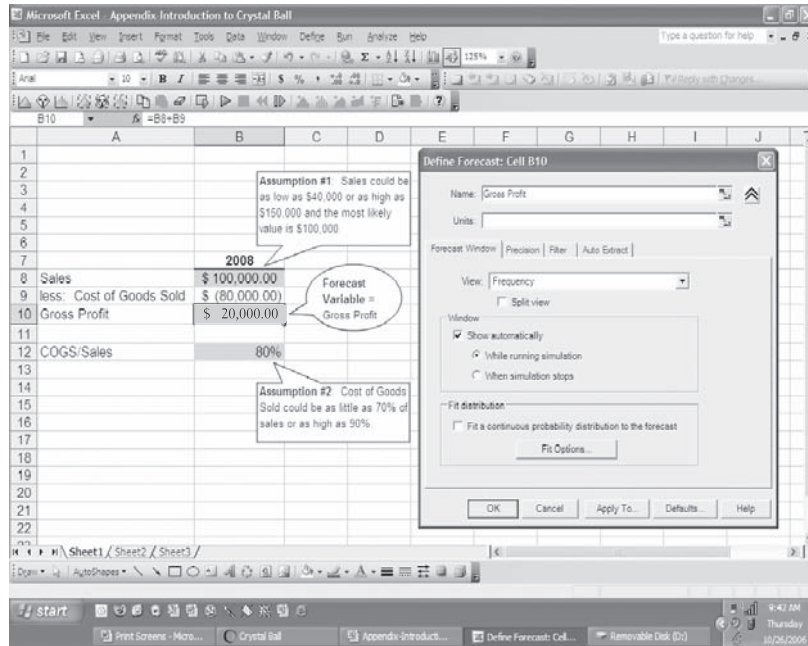
The 'Define Assumption: Cell B8' dialog box is open, showing a triangular distribution for the variable 'Sales'. The distribution parameters are:


- Minimum: \$40,000.00
- Most Likely Value: \$100,000.00
- Maximum: \$150,000.00

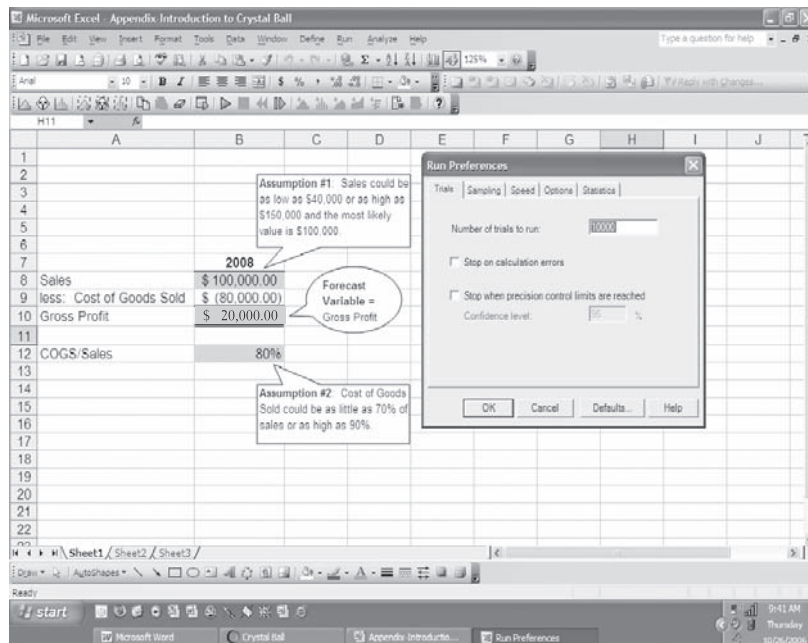
Callouts in the spreadsheet provide additional context:

- Assumption #1:** Sales could be as low as \$40,000 or as high as \$150,000 and the most likely value is \$100,000.
- Assumption #2:** Cost of Goods Sold could be as little as 70% of sales or as high as 90%.
- Forecast Variable = Gross Profit** is indicated for the Gross Profit cell.


Asignamos una distribución uniforme a la celda B8 para hacer que la ratio de coste de los bienes vendidos sobre ventas sea estocástica, siguiendo el mismo procedimiento que usamos al caracterizar las ventas. Nótese que en el modelo final (más arriba), las celdas sombreadas de verde identifican las asunciones (*i. e.*, las variables aleatorias o estocásticas), que incluyen las ventas y el coste de bienes vendidos como porcentaje de las ventas, y la celda azul señala el único parámetro de salida o variable predicha en el modelo, que es también el objetivo del análisis. Para definir la variable predicha seleccionamos  en la barra de herramientas. La pantalla de Excel tiene el siguiente aspecto:

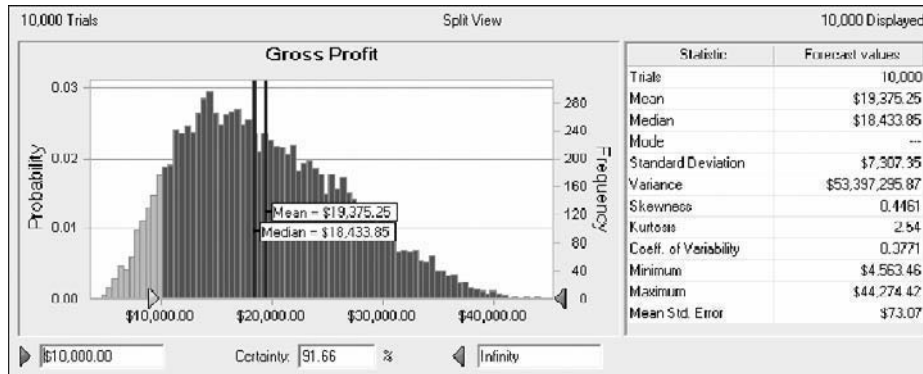


El paso final antes de ejecutar la simulación es seleccionar el icono  en la barra de herramientas para definir el número de iteraciones que deseamos. La pantalla de Excel es la siguiente:





Para ejecutar la simulación pulsamos el botón  en la barra de herramientas. Ejecutamos 10.000 iteraciones y Crystal Ball recopiló las 10.000 estimaciones del beneficio bruto en el siguiente histograma (distribución de frecuencias):



Repasemos los elementos básicos del histograma del beneficio bruto. En primer lugar, esta es la vista combinada de resultados, que contiene tanto la distribución de frecuencias como los estadísticos. Crystal Ball ofrece otras opciones para ver la variable predicha que no expondremos aquí. Después, en el gráfico se muestran 10.000 iteraciones. Debajo de la distribución de frecuencias hay tres números: 10.000 \$, 91,66% e infinito. El primer número se refiere al punto de truncamiento en la distribución de frecuencias de arriba, y el nivel de confianza de 91,66% es el porcentaje de los valores simulados de beneficio bruto que quedaron por encima de 10.000 \$. En otras palabras, hay una probabilidad del 91,66% de que el beneficio bruto sea de al menos 10.000 \$, o una probabilidad del 8,34% de que sea inferior a 10.000 \$.



# Coste de Capital

**H**asta este momento nos hemos centrado en estimar flujos de caja. Ahora bien, para valorarlos necesitamos una tasa de descuento o un coste del capital que refleje sus riesgos. En esta sección presentamos la idea de coste de oportunidad del capital, que definimos como la tasa de rendimiento que un inversor esperaría obtener si invirtiera en títulos financieros con características de riesgo equivalentes.

El Capítulo 4 explica el cálculo de la tasa de descuento y el coste del capital de la empresa considerada como un todo. Este análisis se centra en el WACC de la empresa, que es el coste medio ponderado de la deuda y los recursos propios de la empresa. El WACC de la empresa es la tasa de descuento apropiada para valorar una empresa en su totalidad. Sin embargo, como veremos, el WACC de la empresa no es apropiado para calcular el coste del capital de cada uno de sus proyectos por separado.

En el Capítulo 5 abordamos el problema de estimar el coste del capital para un proyecto individual. En teoría, cada proyecto de inversión individual puede tener su propia tasa de descuento, que refleje sus riesgos. Sin embargo, en la práctica muchas empresas evalúan todos sus

proyectos con un único coste del capital. Además, las empresas que utilizan varias tasas de descuento a menudo se limitan a unas pocas, que corresponden a sus divisiones operativas. En este capítulo comentamos algunas razones organizativas por las que esto ocurre y ofrecemos varias alternativas básicas para adaptar la estimación del coste del capital al riesgo de cada proyecto individual. Estos métodos compensan los costes organizativos que pueden surgir al utilizar varias tasas de descuento con las ventajas de utilizar un coste de oportunidad del capital adecuado al riesgo del proyecto.

# Estimar el coste del capital de una empresa

## Presentación del capítulo

En capítulos anteriores nos referimos a la tasa de descuento simplemente como el tipo de interés que se utilizaba para calcular los valores actuales. Para describir la tasa de descuento apropiada que se debería utilizar para calcular el valor de los flujos de caja futuros de una inversión, los economistas utilizan términos como “coste de oportunidad del capital” o “coste del capital”. En este capítulo centraremos nuestra atención en el coste medio ponderado del capital (o WACC), que es la tasa de descuento que habría que utilizar para valorar una empresa entera. Además de describir el WACC, consideramos los factores determinantes de sus diversos componentes: el coste de la deuda y de los recursos propios.

## 4.1. INTRODUCCIÓN

El **coste medio ponderado del capital (WACC)** es la media ponderada de las tasas esperadas de rendimiento después de impuestos de las diversas fuentes de capital de una empresa. Como expondremos en este capítulo, el WACC es la tasa de descuento que habría que emplear al descontar los flujos de caja disponibles esperados para estimar el valor de la empresa.

El WACC de una empresa puede interpretarse como su **coste de oportunidad del capital**, que es la tasa de descuento esperada de la que se privan los inversores al desechar oportunidades de inversión alternativas con un riesgo equivalente. Esto puede sonar a jerga financiera, pero ilustra un concepto muy importante. Dado que los inversores podrían colocar su dinero en cualquier otro lugar, proporcionarlo a una empresa comprando sus títulos (bonos y acciones) tiene un coste de oportunidad. Esto es, si un inversor compra con su dinero acciones de Google (GOOG), renuncia al rendimiento que podría haber obtenido si hubiese invertido en acciones de Microsoft (MSFT). Esto significa que si Google y Microsoft tienen riesgos equivalentes, la tasa de rendimiento esperada de las acciones de Microsoft se puede interpretar como el coste de oportunidad del capital de Google, y viceversa.

Además de proporcionar la tasa de descuento apropiada para calcular el valor de las empresas, estas calculan su WACC periódicamente y la utilizan como referencia al deter-

minar la tasa de descuento apropiada para nuevos proyectos de inversión, para valorar candidatos de adquisiciones y para evaluar su propio rendimiento (volveremos sobre este concepto en el Capítulo 9).

## 4.2. VALOR, FLUJOS DE CAJA Y TASAS DE DESCUENTO

La Figura 4.1 repasa la metodología de valoración DCF en tres pasos que describimos en los Capítulos 2 y 3. Hasta este momento nos hemos centrado por completo en la valoración del proyecto (columna de la derecha). Ahora añadimos la valoración de los recursos propios (columna central) y de la empresa.

El punto clave de las columnas segunda y tercera es que los cálculos de los flujos de caja y las tasas de descuento deben estar bien alineadas. Si está tratando de estimar el valor de los recursos propios invertidos en el proyecto, como hacemos en el Capítulo 8, entonces estimará los EFCF y utilizará una tasa de descuento apropiada para los inversores en los recursos propios. Por otro lado, si está estimando el valor de una empresa en su conjunto, que es igual a la suma de la deuda y los recursos propios, entonces el flujo de caja apropiado es la combinación de los flujos de caja de la deuda y de los recursos propios. En tal caso, la tasa de descuento apropiada es una combinación de las tasas de los titulares de la deuda y de los recursos propios, o lo que llamaremos el coste medio ponderado del capital.

Deberíamos enfatizar que en todos estos casos estamos asumiendo que los flujos de caja estimados son los que definimos en el Capítulo 2 como flujos de caja esperados. Si utilizamos flujos de caja conservadores, entonces queremos emplear una tasa de descuento menor. De forma similar, si los flujos de caja estimados son en realidad los “deseados”, entonces necesitaremos una tasa de descuento más elevada para compensar las proyecciones optimistas de los flujos de caja.

### Definir el WACC de una empresa

El **coste medio ponderado del capital (WACC)** es la media ponderada de los costes después de impuestos de las distintas fuentes de capital que la empresa ha obtenido para financiar sus operaciones e inversiones. Definimos el **capital invertido** de la empresa como el capital obtenido mediante la emisión de deuda y recursos propios (tanto preferentes como ordinarios) que devengan intereses. Nótese que la definición de capital invertido excluye específicamente todos los pasivos que no devengan intereses, tales como las cuentas por pagar, los planes de pensiones basados en el método de reparto o las concesiones. Esto se debe a que calcularemos lo que se denomina el **valor de la empresa**, que es igual a la suma del valor de los recursos propios y los pasivos que devengan intereses. Obsérvese, sin embargo, que estas fuentes de capital excluidas sí influyen sobre el valor de empresa, porque afectan a sus flujos de caja futuros.

La Ecuación 4.1 define el WACC como la media de las tasas de rendimiento exigidas sobre la deuda de la empresa que devenga intereses ( $k_d$ ), las acciones preferentes ( $k_p$ ) y las acciones ordinarias ( $k_e$ ). Los pesos utilizados en cada fuente de financiación son iguales a las proporciones en que se han obtenido. (Esto es,  $w_d$  es el peso asociado a la deuda,  $w_p$  el asociado a las acciones preferentes y  $w_e$  el asociado a los recursos propios).

$$WACC = k_d(1 - T)w_d + k_p w_p + k_e w_e \quad (4.1)$$

**Figura 4.1** Relación de los flujos de caja con las tasas de descuento en el análisis DCF

Pasos	Objetivo del ejercicio de valoración	
	Valoración de los recursos propios	Valoración de la empresa o el proyecto (deuda más recursos propios)
<b>Paso 1:</b> Predecir el importe y el calendario de los flujos de caja futuros	Flujo de caja disponible de los recursos propios (EFCF)	Flujo de caja disponible del proyecto (PFCF) o de la empresa (FFCF)
<b>Paso 2:</b> Estimar una tasa de descuento adecuada al riesgo	Tasa de rendimiento exigida sobre los recursos propios	Combinación de las tasas de descuento de la deuda y de los recursos propios (WACC)
<b>Paso 3:</b> Descontar los flujos de caja	Cálculo del valor actual de los EFCF estimados utilizando la tasa de descuento apropiada para estimar el valor de los recursos propios invertidos en el proyecto	Cálculo del valor actual de los PFCF (o FFCF) utilizando el WACC para estimar el valor del proyecto (o de la empresa) como una entidad

Nótese que el coste de financiar la deuda es la tasa de rentabilidad exigida por los acreedores de la empresa,  $k_d$ , ajustada a la baja por un factor igual a uno menos la tasa impositiva  $(1 - T)$  para reflejar el hecho de que los gastos por intereses desgravan impuestos. Por tanto, los acreedores reciben una rentabilidad igual a  $k_d$  pero la empresa sufre un coste neto de solo  $k_d(1 - T)$ . Dado que el coste de los recursos propios preferentes y ordinarios no desgrava, no es necesario un ajuste similar sobre estos costes.

La mecánica de calcular el WACC de una empresa puede resumirse en el siguiente procedimiento en tres pasos:

- **Paso 1:** Evaluar la estructura de capital de la empresa y determinar la importancia relativa de cada uno de sus componentes.
- **Paso 2:** Estimar el coste de oportunidad de cada una de las fuentes de financiación y ajustarlo por el efecto de los impuestos cuando sea necesario.
- **Paso 3:** Por último, calcular el WACC de la empresa como la media ponderada de los costes estimados después de impuestos de las fuentes de capital empleadas (*i. e.*, sustituyendo en la Ecuación 4.1).

Como sospechará, surgen ciertos problemas en la estimación tanto de los pesos como de los costes de oportunidad. Considerémoslos de uno en uno.

**Utilizar pesos de mercado.** En primer lugar, en relación a los pesos de la estructura de capital, es esencial que los componentes empleados para calcular la fórmula del WACC

reflejen la importancia actual de cada fuente de financiación de la empresa. Normalmente esto significa que los pesos deberían basarse en el mercado más que los valores en libros de los títulos de la empresa, porque los valores de mercado (al contrario que los otros) representan los valores relativos de los títulos de la empresa en el momento del análisis (en lugar del momento anterior en que fueron emitidos).

**Utilizar costes de oportunidad basados en el mercado.** El segundo problema que surge en la estimación del WACC se refiere a las tasas de rendimiento o costes de oportunidad de las fuentes de capital. Igual que en el caso de los pesos de la estructura de capital, estos costes deberían reflejar las tasas de rendimiento exigidas actualmente, en lugar de las tasas históricas del momento en que se obtuvo el capital. Esto refleja el hecho de que el WACC es una estimación del coste de oportunidad del capital a fecha de hoy.

**Utilizar pesos y costes de oportunidad previstos.** Las empresas habitualmente actualizan su estimación del coste de capital anualmente o incluso trimestralmente para reflejar las cambiantes condiciones del mercado. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los analistas aplican el WACC de forma que se asume constante para todos los periodos futuros. Esto significa que asumen implícitamente que los pesos de cada fuente de financiación, los costes del capital de la deuda y los recursos propios y el tipo impositivo de la empresa son constantes. Aunque es razonable asumir que los componentes del WACC son constantes mientras las políticas de financiación de la empresa estén fijadas, hay circunstancias en que dichas políticas cambian de forma predecible durante la vida de la inversión. Encontramos un caso así en el Capítulo 8, cuando comentamos las adquisiciones apalancadas de empresas o LBO. La financiación de las LBO normalmente involucra un nivel de endeudamiento muy elevado que es devuelto posteriormente. En este caso nos será muy útil aplicar otra variante del modelo DCF (el modelo del valor actual ajustado), que expondremos en detalle en el Capítulo 7.

## Flujos de caja descontados, valor de la empresa y WACC

La conexión entre el WACC y la estimación del flujo de caja descontado del valor de la empresa se muestra en la Ecuación 4.2 a continuación<sup>1</sup>:

$$\text{Valor de la empresa}_0 = \sum_{t=1}^N \frac{E(\text{FFCF}_t)}{(1 + \text{WACC})^t} \quad (4.2)$$

$E(\text{FFCF}_t)$  es el flujo de caja que la empresa espera ingresar en el periodo  $t$ , y el FFCF (de la empresa) es análogo al PFCF (del proyecto). Para nuestros propósitos, un proyecto puede considerarse como una miniempresa, y una empresa no es más que la combinación de muchos proyectos. En consecuencia, los flujos de caja disponibles de una empresa y de un proyecto se calculan exactamente del mismo modo.

La Ecuación 4.2 expresa el valor de la empresa con un subíndice de cero para indicar que estamos calculando el valor a fecha de hoy (momento cero) a partir de los flujos de

<sup>1</sup>La Ecuación 4.2 no refleja el valor de los activos no operativos de la empresa, ni captura el valor del exceso de liquidez de la empresa (*i. e.*, títulos negociables). Volveremos a considerar estos puntos en los Capítulos 6 y 7.



caja que empiezan un periodo después. En general, los analistas asumen que la duración del periodo es un año, y desprecian el hecho de que los flujos de caja se acumulan a lo largo del año. Seguiremos esta convención de fin de año en todo el libro; no obstante, reconocemos que muchos analistas financieros prefieren asumir que los flujos de caja llegan a mitad de año para tener en cuenta que en la mayor parte de los proyectos los flujos van llegando durante todo el año.

### Ejemplo: Valorar una adquisición mediante el análisis de flujos de caja descontados

Para ilustrar la relación entre el WACC y la valoración, consideremos la situación de un analista de Morgan Stanley que tiene un cliente interesado en adquirir OfficeMart, Inc., un vendedor minorista de material de oficina. Este cliente quiere comprar la empresa entera, lo que significa que comprará todos sus recursos propios y asumirá toda su deuda pendiente. Aunque las valoraciones de las compras de empresas pueden ser bastante enrevesadas, el analista de Morgan Stanley ha hecho una primera aproximación sencilla del valor intrínseco de OfficeMart siguiendo el proceso DCF en los tres pasos<sup>2</sup> del Capítulo 2:

**Paso 1: Predecir el importe y el calendario de los flujos de caja futuros.** Dado que estamos interesados en valorar la empresa como una entidad (tanto la deuda como los recursos propios), estimamos los FFCF del mismo modo en que calculamos los PFCF en el Capítulo 2. Por tanto, para el año próximo, el analista de Morgan Stanley estima que el flujo de caja de OfficeMart será de 560.000 \$, como sigue:

Ventas	3.000.000 \$
Coste de bienes vendidos	(1.800.000) \$
Amortización	(500.000) \$
<hr/>	
Beneficio antes de intereses e impuestos (EBIT)	700.000 \$
Impuestos <sup>3</sup> (20%)	(140.000) \$
<hr/>	
(NOPAT)	560.000 \$
Más: amortización	500.000 \$
Menos: CAPEX	(500.000) \$
Menos: variación de capital circulante neto	(0) \$
<hr/>	
PFCF (= FFCF)	560.000 \$

**Paso 2: Estimar una tasa de descuento adecuada al riesgo.** Dado que estamos valorando la compañía entera (deuda más recursos propios), la tasa de descuento que elijamos

<sup>2</sup>En los Capítulos 7 y 8 profundizaremos en los detalles de la valoración de empresas.

<sup>3</sup>Recuerde de lo comentado en el Capítulo 2 que este no es el tipo impositivo real de la empresa, dado que está basado en los ingresos antes de deducir el gasto financiero. Véase el recuadro de Consejos técnicos sobre el ahorro de impuestos sobre intereses.

debería representar una combinación de las tasas apropiadas tanto para la deuda como para los recursos propios, o el coste medio ponderado del capital.

OfficeMart financia el 40% de sus activos mediante una deuda al 5% de interés; los inversores en recursos propios de empresas similares a OfficeMart (tanto en el sector de actividad como en la estructura de capital) exigen un 14% de rentabilidad en su inversión. Combinando el coste después de impuestos de la deuda (el gasto financiero es desgravable y el tipo impositivo de la empresa es del 20%) con el coste estimado de los recursos propios, calculamos un coste medio ponderado del capital de la empresa del 10% (*i. e.*,  $WACC = 5\%(1 - 20\%)0,4 + 14\% \times 0,6 = 10\%$ ).

**Paso 3: Descontar los flujos de caja estimados.** Los flujos de caja estimados de OfficeMart se consideran perpetuamente estables. Esto es, el flujo de caja de cada año es igual al del año anterior, 560.000 \$. En consecuencia, podemos calcular el valor actual de los flujos de caja futuros de la empresa como:

$$\text{Valor de OfficeMart} = \frac{560.000\$}{0,1} = 5.600.000\$$$

Por tanto, esta primera aproximación sugiere que el valor de OfficeMart es 5.600.000 \$.

Recuerde que hemos estimado el valor de la empresa, que es la suma de sus deudas y sus recursos propios. Si queremos estimar solo el valor de los recursos propios de la empresa, tenemos que restar el valor de sus deudas de la valoración de 5.600.000 \$. Dado que OfficeMart tiene 2.240.000 \$ de deuda pendiente, el valor de los recursos propios de la empresa es  $5.600.000 - 2.240.000 = 3.360.000$  \$.

#### Valoración de los recursos propios

Pero espere un segundo: ¿no decía la Figura 4.1 que el valor de los recursos propios se podía calcular como el valor actual de los EFCF? El cálculo que hemos utilizado antes estima

### CONSEJOS

#### TÉCNICOS

#### ¿Qué hay del ahorro de los impuestos sobre intereses?

Nótese que los impuestos en los cálculos del PFCF y el FFCF se basan en los beneficios operativos o ingresos antes de restar los intereses. En otras palabras, estamos calculando los flujos de caja después de impuestos de una empresa financiada solo con recursos propios. No obstante, el gasto financiero y su deducibilidad de impuestos no están ausentes de nuestra valoración. Utilizamos el coste de la deuda después de impuestos cuando calculamos el coste medio ponderado del capital, que tiene en cuenta el ahorro de impuestos asociado con la deducibilidad de impuestos de los intereses. Por ejemplo, si la tasa de rentabilidad exigida por la deuda es del 7% y la empresa paga un 30% de impuestos, el coste de la deuda después de impuestos es del 4,9%, es decir,  $0,07(1 - 0,30) = 0,049$  ó 4,9%, mientras que el coste de la deuda antes de impuestos es del 7%.

el valor de los recursos propios simplemente como lo que queda de la empresa después de restar el importe de la deuda.

Para estimar el valor de los recursos propios en el proyecto, primero estimamos el EFCF del siguiente modo:

EBIT	700.000 \$
Menos: gastos financieros (intereses)	<u>(112.000) \$</u>
Beneficio antes de impuestos	588.000 \$
Menos: impuestos	<u>(117.600) \$</u>
Beneficio neto	<u>470.400 \$</u>
Más: gasto por amortización	500.000 \$
Menos: CAPEX	<u>(500.000) \$</u>
Más: nuevas deudas	-
Menos: repago de deudas	<u>-</u>
EFCF	470.400 \$

Para valorar los recursos propios del proyecto, descontamos la corriente de EFCF (nótese que los EFCF son perpetuamente estables, es decir, se recibe un flujo de caja anual constante indefinidamente) utilizando el coste de los recursos propios, que anteriormente se asumió de un 14%, *i. e.*,

$$\text{Valor de los RRPP de OfficeMart} = \frac{470.000\$}{0,14} = 3.360.000\$$$

De modo que el valor de los recursos propios de OfficeMart es igual al valor residual que queda después de restar las deudas del valor de la empresa (*i. e.*, 5.600.000 – 2.240.000 = 3.360.000 \$), ¡y también es igual al valor actual de los EFCF! Es una cuestión de práctica de negocio si el valor de los recursos propios se estima directamente descontando los EFCF o, indirectamente, restando las deudas del valor de la empresa. Por ejemplo, como señalamos en el Capítulo 8, es una práctica común en los inversores de capital privado valorar directamente los recursos propios. Sin embargo, cuando se evalúan empresas en el contexto de fusiones y adquisiciones, la valoración inicial generalmente contempla la empresa en su totalidad.

### 4.3. CÓMO ESTIMAR EL WACC

En esta sección presentamos las técnicas para estimar el WACC de una empresa. Durante la explicación nos referiremos frecuentemente a las prácticas de Ibbotson Associates, que es una fuente importante de información (véase el recuadro de Consejos técnicos). Ibbotson sigue el mismo proceso en tres pasos que comentamos antes para estimar el WACC de una empresa, pero aplica el procedimiento a grupos de empresas de la misma industria. El motivo de centrarse en el coste del capital de toda la industria es que (1) la varianza en el coste del capital dentro de las industrias es modesta en comparación con la

varianza entre industrias, y (2) los errores de estimación se minimizan al centrarnos en grupos de empresas similares de la misma industria<sup>4</sup>.

## Evaluar los pesos de la estructura de capital de la empresa: paso 1

El primer paso en nuestro análisis del WACC consiste en determinar los pesos que se asociarán a los componentes de la estructura de capital de la empresa. Estos pesos representan la parte del capital invertido de la empresa que aporta cada una de las fuentes de capital. Aquí debemos ser cuidadosos al hablar del capital invertido, porque no incluye todo lo

### CONSEJOS DEL PROFESIONAL

#### Roger Ibbotson habla sobre la valoración de negocios y el coste del capital\*

La valoración de una empresa mediante los flujos de caja descontados es un proceso relativamente inmediato. El procedimiento estándar consiste en estimar el coste del capital y los flujos de caja futuros de la empresa, y luego descontar los flujos de caja al momento actual utilizando el coste del capital. Desafortunadamente, las estimaciones de los flujos de caja y de las tasas de descuento están plagadas de errores. Los errores potenciales de estimación son probablemente mayores en los flujos de caja, porque no hay referencias ni cotas que utilizar para orientarnos sobre qué estimaciones son razonables. En contraste, al hacer las estimaciones del coste del capital, el analista dispone de rentabilidades históricas de títulos sin riesgo y acciones ordinarias (en total y por industria), que suponen una cierta referencia del entorno en el que debe estar el coste del capital de una empresa.

En Ibbotson Associates suministramos información histórica sobre el rendimiento de acciones y bonos de la que se derivan las tasas de rentabilidad exigidas a las inversiones con diferentes riesgos. También suministramos varios modelos para calcular el coste del capital. Algunos de los modelos de coste del capital (en particular los recursos propios) pueden, y a menudo lo hacen, variar sustancialmente. Mi experiencia sugiere que las siguientes directrices pueden ser útiles al realizar la estimación del coste del capital de una empresa:

- Utilizar los modelos más sencillos cuando sea posible. Nuestra experiencia indica que algunos de los modelos más sofisticados del coste de los recursos propios tienen los errores de estimación más elevados.
- Tener en cuenta el tamaño de la empresa y de su industria. Estas variables se pueden medir sin ambigüedad y se ha demostrado de forma fiable que están relacionadas con el coste de capital de la empresa.
- Calcular el coste del capital utilizando distintos métodos. Aunque se fíe en mayor medida de los modelos más sencillos, todos los métodos aportan información.

\* Roger Ibbotson es fundador y ex presidente de Ibbotson Associates, Inc. Ibbotson Associates es el mayor proveedor de información sobre coste del capital en los Estados Unidos. Actualmente, su revista *Cost of Capital Quarterly* incluye el análisis del coste del capital de más de 300 industrias estadounidenses para ayudar a llevar a cabo el descuento de flujos de caja. Estos datos incluyen las betas de la industria, el coste de los recursos propios, los costes medios ponderados del capital y otros estadísticos financieros importantes presentados por industria.

<sup>4</sup>Para una discusión completa de su metodología, véase Ibbotson Associates, *Cost of Capital: Yearbook*.

que hay en el lado derecho del balance de la empresa. En concreto, el capital invertido de una empresa es la suma solo de la deuda que devenga intereses, las acciones preferentes y las acciones ordinarias.

En teoría deberíamos calcular los pesos utilizando los precios de mercado de cada título de la empresa (sea deuda o recursos propios) multiplicados por el número de títulos pendientes. En la práctica, sin embargo, los pesos

de la estructura de capital se suelen calcular empleando los precios de mercado solo para los títulos de recursos propios (acciones preferentes<sup>5</sup> y ordinarias). Los precios de mercado de estos títulos están fácilmente disponibles, de modo que un analista puede multiplicar sin más el precio de mercado actual del título por el número de acciones para calcular el valor de mercado total. Para los títulos de deuda, a menudo se sustituye el valor de mercado por el valor en libros, dado que los precios de mercado de la deuda suelen ser difíciles de obtener (véase recuadro de Consejos de la industria). Sin embargo, cuando el valor de mercado de la deuda está disponible, debe ser utilizado en lugar del valor en libros.

## El coste de la deuda: paso 2

En teoría, nos gustaría estimar el rendimiento esperado que los inversores exigen sobre la deuda de la empresa. En la práctica, los analistas normalmente utilizan el rendimiento al vencimiento prometido de la deuda pendiente de la empresa como estimación del coste esperado de la financiación.

### Rendimiento al vencimiento de los bonos corporativos

La estimación del rendimiento al vencimiento (YTM) de una emisión de bonos corporativos es inmediata cuando el analista tiene acceso a información relativa al vencimiento del

## CONSEJOS DE LA INDUSTRIA

### Estimar el coste de la deuda en la práctica

Ibbotson Associates estima el coste de la deuda de la industria utilizando la curva de rendimiento de varios *ratings* de deuda basados en los Merrill Lynch US Domestic Bonds Índices. En la práctica, los bonos se clasifican en tres grupos (véase Figura 4.2): calificación de inversión (*investment grade*, correspondiente a los *ratings* de S&P de AAA, AA, A y BBB), calificación de especulación (*subinvestment grade*, correspondiente a los *ratings* de S&P de BB, B, CCC, CC y D) y sin calificación. Se promedian después los rendimientos de cada grupo y sus periodos de maduración, para llegar a una estimación de la curva de rendimiento de la deuda. Los rendimientos medios de los dos grupos inferiores se utilizan como aproximaciones de los bonos que no tienen calificación. Se puede entonces calcular un coste medio ponderado de la deuda para cada empresa de una industria utilizando los rendimientos del *rating* de la empresa y los pesos, que se calculan comparando el periodo de maduración real de la deuda en un año concreto con el total de la deuda pendiente. Para obtener el coste de la deuda de una industria, se promedian los rendimientos medios de cada empresa de la industria. Ibbotson Associates utiliza la maduración de la deuda en los siguientes cinco años, y asume que el resto de la deuda vence en el sexto año.

<sup>5</sup>Utilizamos el valor en libros de las acciones preferentes pendientes, como hace Ibbotson Associates. Sin embargo, siempre que los precios de las acciones sean observables, debería utilizarse la capitalización de mercado de estas acciones.

bono, su precio de mercado actual, el tipo de interés del cupón y el calendario de los pagos de principal. Por ejemplo, en la primavera de 2006 Home Depot (HD) tenía una emisión de bonos que vencía en 2016 (*i. e.*, 10 años hasta vencimiento), tenía un tipo de cupón anual del 5,4%, pagaba intereses semestrales y por tanto tenía 20 pagos, y tenía un precio de mercado de 968,65 \$. El YTM de la emisión de bonos se puede calcular despejando el YTM en la siguiente ecuación de valoración de bonos:

$$968,65 = \frac{(0,054/2) \times 1.000}{(1+YTM)^1} + \frac{(0,054/2) \times 1.000}{(1+YTM)^2} + \dots + \frac{(0,054/2) \times 1.000 + 1.000}{(1+YTM)^{20}}$$

El YTM semestral es 2,91%, que se convierte en un YTM anualizado del 5,9%<sup>6</sup>. Basándose en un tipo impositivo marginal del 35%, el coste después de impuestos de la emisión de bonos de Home Depot es entonces de 3,835% = 5,9%(1 - 0,35).

**Figura 4.2** Guía de *ratings* de bonos corporativos

Moody's	S&P	Fitch	Definición
Aaa	AAA	AAA	Prime (máxima seguridad)
Aa1	AA+	AA+	Calificación alta, calidad alta
Aa2	AA	AA	
Aa3	AA-	AA-	
A1	A+	A+	Calificación media-alta
A2	A	A	
A3	A-	A-	
Baa1	BBB+	BBB+	Calificación media-baja
Baa2	BBB	BBB	
Baa3	BBB-	BBB-	
Ba1	BB+	BB+	Calificación no de inversión
Ba2	BB	BB	Especulativo
Ba3	BB-	BB-	
B1	B+	B+	Altamente especulativo
B2	B	B	
B3	B-	B-	
Caa1	CCC+	CCC	Riesgo sustancial
Caa2	CCC	—	En malas condiciones
Caa3	CCC-	—	
Ca	—	—	Extremadamente especulativo
C	—	—	Podría estar en incumplimiento
—	—	DDD	Incumplimiento
—	—	DD	
—	D	D	

<sup>6</sup> $YTM \text{ anual} = (1 + YTM \text{ semestral})^2 - 1 = (1 + 0,0291)^2 - 1 = 0,059$  ó 5,9%. Esta cantidad a menudo se denomina tasa anual efectiva, o solo rendimiento.

**Figura 4.3** Diferenciales (*spreads*) de corporaciones de Reuters (en puntos básicos) de 2004\*

<i>Rating</i>	Año 1	Año 2	Año 3	Año 5	Año 7	Año 10	Año 30
Aaa/AAA	5	10	15	20	25	33	60
Aa1/AA+	10	15	20	30	35	42	66
Aa2/AA	15	25	30	35	44	52	71
Aa3/AA-	20	30	35	45	52	59	78
A1/A+	25	35	40	50	55	65	85
A2/A	35	44	55	60	65	73	90
A3/A-	45	59	68	75	80	89	110
Baa1/BBB+	55	65	80	90	94	104	123
Baa2/BBB	60	75	100	105	112	122	143
Baa3/BBB-	75	90	110	115	124	140	173
Ba1/BB+	115	125	140	170	180	210	235
Ba2/BB	140	180	210	205	210	250	300
Ba3/BB-	165	200	230	235	235	270	320
B1/B+	190	215	250	250	275	335	360
B2/B	215	220	260	300	315	350	450
B3/B-	265	310	350	400	435	480	525
Caa/CCC	1125	1225	1250	1200	1200	1275	1400

\* Metodología: Reuters Pricing Service (RPS) tiene ocho evaluadores con experiencia responsables de valorar aproximadamente 20.000 bonos de corporaciones con calidad crediticia de inversión. Los bonos de corporaciones se segregan en cuatro sectores de actividad: industria, financiero, transporte y servicios. RPS valora los bonos de las corporaciones con un diferencial por encima de una curva subyacente del Tesoro. Los evaluadores obtienen los diferenciales de los *brokers* y *traders* de diversas empresas. Se crea también un diferencial genérico para cada sector a partir de información de contactos y de la experiencia del evaluador. Se elabora entonces una matriz basada en el sector, el *rating* y el plazo hasta vencimiento.

Calcular el YTM es difícil cuando la empresa tiene una deuda elevada en manos privadas, y por tanto no tiene precios de mercado fácilmente disponibles. A causa de esto, es una práctica habitual estimar el coste de la deuda utilizando la maduración de una cartera de bonos con *ratings* y maduraciones similares a los de la deuda pendiente de la empresa.

Reuters proporciona diferenciales medios sobre los datos del Tesoro que se actualizan diariamente y se presentan por *rating* y plazo hasta vencimiento, como se observa en la Figura 4.3. En el caso de la emisión de bonos de Home Depot, podemos estimar el YTM de un bono a 10 años con *rating* de Aa3/AA-. Un bono así tiene un diferencial sobre el bono del Tesoro a 10 años de 0,59% o 59 puntos básicos (véase el número recuadrado en la Figura 4.3). Dado que YTM del Tesoro a 10 años era de 5,02% en el momento de redactar este manual, esto arroja una estimación de  $5,02\% + 0,59\% = 5,61\%$  para el YTM de los bonos de Home Depot.

#### Tasas de rentabilidad: promesas y expectativas

El rendimiento al vencimiento se calcula utilizando los pagos de intereses y principal prometidos y, por tanto, puede considerarse una estimación razonable del coste de financiar la

deuda solo cuando el riesgo de impago es tan bajo que los flujos de caja prometidos son similares a los esperados. Para deudas con peor calidad crediticia, sin embargo, los flujos de caja prometidos y esperados están lejos de coincidir, y se hace necesario un ajuste explícito de la pérdida posible en el evento de impago.

Para comprender mejor la distinción entre rendimientos prometidos y esperados de la deuda, considere el cálculo del YTM de un bono a un año, de acuerdo con la Ecuación 4.3a:

$$\text{Precio del bono} = \frac{\text{Intereses} + \text{Principal}}{(1 + \text{YTM})} \quad (4.3a)$$

Nótese que los flujos de caja utilizados para calcular el YTM son los pagos contractuales o prometidos, que son iguales a los flujos de caja esperados solo en el caso de bonos sin riesgo. Para la deuda con riesgo de impago, los flujos de caja esperados deben reflejar la probabilidad de incumplimiento ( $Pb$ ) y la tasa de recuperación ( $Re$ ) de la deuda en caso de incumplimiento. Para una emisión de bonos de un periodo, el coste de la deuda  $k_d$  puede calcularse utilizando los flujos de caja esperados del titular del bono como sigue:

$$\text{Precio del bono} = \frac{[\text{Intereses} + \text{Principal}] \times (1 - Pb) + [\text{Intereses} + \text{Principal}] \times Pb \times Re}{1 + k_d} \quad (4.3b)$$

El flujo de caja esperado para el titular del bono es el pago del principal y los intereses prometidos, ponderados por la probabilidad de que la deuda sea impagada ( $1 - Pb$ ), más el flujo de caja que se recibiría en el evento de impago, ponderado por la probabilidad de impago ( $Pb$ ). Para ilustrar esto, considere un bono con un valor nominal de 1.000 \$ y un vencimiento de un año, que actualmente se vende a 985 \$ y paga un interés anual del 9%. Utilizando la Ecuación 4.3a, estimamos el YTM del bono en 10,66%, *i. e.*,

$$\text{Precio del bono} = \frac{\text{Intereses} + \text{Principal}}{(1 + \text{YTM})} = \frac{0,09 \times 1.000 + 1.000}{1 + 0,1066} = 985 \$$$

El YTM de 10,66% representa la tasa de rentabilidad que percibirá un inversor si el bono no incumple. Si, por otro lado, la probabilidad de impago del bono es del 15% y la tasa de recuperación es del 75%, la tasa de rentabilidad esperada para el inversor, de acuerdo con la Ecuación 4.3b, es 6,51%.

En la práctica, las diferencias entre YTM y  $k_d$  son relativamente pequeñas para la deuda con calidad de inversión (*i. e.*, con *rating* BBB o más alto), y el YTM proporciona una estimación razonable del coste de la deuda. Sin embargo, en el caso de empresas con deuda por debajo de la calidad de inversión, puede haber una diferencia significativa entre el YTM prometido y la rentabilidad esperada o coste de la deuda (como hemos demostrado en el ejemplo anterior).

Hay dos maneras de estimar el coste de la deuda por debajo del nivel de inversión. El primer método consiste en estimar los flujos de caja esperados empleando las tasas de incumplimiento y recuperación esperadas, y con ellos calcular la TIR de la deuda. Ilustraremos en el Apéndice cómo se lleva a cabo este proceso. El segundo método aplica el



modelo de valoración de activos financieros (CAPM), del que hablaremos en detalle más adelante, cuando expliquemos el coste de los recursos propios. Muy brevemente, el CAPM requiere una estimación de la beta de la deuda, junto con una prima de rentabilidad esperada sobre el mercado. Por ejemplo, las betas de los bonos con baja calificación crediticia están en torno a 0,4, mientras que los bonos con *rating* AAA generalmente tienen betas cercanas a 0,2. Si asumimos una prima de riesgo del mercado del 5%, entonces el diferencial entre las rentabilidades esperadas de un bono AAA y uno por debajo del nivel de inversión es aproximadamente  $(0,4 - 0,2) \times 5\%$ , que es igual a 1,5%. Por tanto, si el rendimiento actual de un bono AAA (nuestra aproximación de un bono libre de riesgo) es del 6%, entonces la rentabilidad esperada del bono de peor calidad será de aproximadamente 7,5%.

### Estimar el coste de bonos corporativos convertibles

Los bonos convertibles representan una forma híbrida de financiación que es a la vez deuda y recursos propios, dado que el titular del bono puede, a su discreción, convertir el bono en un número predeterminado de acciones ordinarias. Dado que estos bonos tienen la característica de conversión, normalmente tienen un tipo de interés más bajo y en consecuencia su YTM estimado subestima el verdadero coste de la deuda. Esta fuente dual de valor significa que el coste de financiarse emitiendo convertibles es función tanto del título subyacente (bono o acción preferente) como de la opción *call*. En consecuencia, el coste del capital obtenido emitiendo bonos convertibles puede ser interpretado como la media ponderada del coste de emitir bonos clásicos y el coste de la característica de conversión (opción *call*), donde las ponderaciones son iguales a las contribuciones relativas de los dos componentes del valor del título. Profundizaremos en el coste de la deuda convertible en el Apéndice.

### El coste de las acciones preferentes: paso 2 (continuación)

Estimar el coste de las acciones preferentes clásicas (*i. e.*, no convertibles) es inmediato, dado que normalmente pagan al titular un dividendo fijo cada periodo (trimestral) indefinidamente<sup>7</sup>. El valor de esta corriente de dividendos puede hallarse del siguiente modo:

$$\left( \begin{array}{c} \text{Precio de las} \\ \text{acciones preferentes,} \\ P_{ps} \end{array} \right) = \frac{\text{Dividendo preferente, } Div_{ps}}{\text{Rentabilidad exigida, } k_{ps}} \quad (4.4a)$$

Empleando el dividendo preferente y el precio observado de las acciones preferentes, podemos inferir la rentabilidad exigida por el inversor como sigue:

$$k_{ps} = \frac{Div_{ps}}{P_{ps}} \quad (4.4b)$$

Para ilustrar lo anterior, considere las acciones preferentes emitidas por Alabama Power Company (ALP-PP), que paga un dividendo anual del 5,3% sobre una paridad de 25 \$, o 1,33 \$ por acción. El 24 de mayo de 2006, estas acciones preferentes se vendían a

<sup>7</sup>Comentaremos un método para evaluar la característica de conversión de los bonos corporativos en el Apéndice. Se puede utilizar un enfoque similar para valorar acciones preferentes convertibles.

23,35 \$ por acción. En consecuencia, los inversores exigían una rentabilidad de estas acciones del 5,67%, calculado así:

$$k_{ps} = \frac{1,33}{23,35} = 0,0567 = 5,67\%$$

Nótese que el dividendo preferente es también el dividendo prometido, del mismo modo que los intereses de los bonos corporativos son los prometidos, y por tanto no representan necesariamente el dividendo que el accionista preferente espera recibir. Esto significa que la rentabilidad de 5,67% calculada más arriba supone una cota superior del coste de las acciones preferentes, dado que la empresa podría decidir suspender pagos o declararse en quiebra<sup>8</sup>.

El punto clave que hay que recordar es que el método estándar de estimar el coste de las acciones preferentes utilizando la Ecuación 4.4a está sesgado al alza, y arroja costes estimados superiores a los esperados. Sin embargo, es práctica común utilizar el cociente entre el dividendo prometido y el precio de la acción preferente, como hicimos en la Ecuación 4.4b.

### El coste de las acciones ordinarias: paso 2 (continuación)

El coste de las acciones ordinarias ( $k_e$ ) es la estimación más difícil que tendremos que hacer al evaluar el coste del capital de una empresa. La dificultad proviene del hecho de que los accionistas ordinarios son los acreedores residuales de los ingresos de la empresa. Esto es, los accionistas ordinarios reciben su rendimiento a partir de lo que sobra cuando todos los demás acreedores (titulares de bonos y accionistas preferentes) han cobrado. Por tanto, no hay una rentabilidad prometida o predeterminada basada en un contrato financiero (como es el caso de los titulares de bonos y los accionistas preferentes).

El coste relevante de los recursos propios es simplemente la tasa de rentabilidad que los inversores esperan al comprar acciones de la empresa. Esta rentabilidad viene en la forma de reparto de efectivo (*i. e.*, dividendos y ganancias provenientes de la venta de las acciones). Revisemos los dos enfoques más utilizados para estimar el coste de los recursos propios. El primero consiste en lo que los economistas financieros denominan modelos de valoración de activos. En concreto, presentamos tres variantes del modelo de valoración de activos financieros (CAPM).

El segundo enfoque tiene mucha más tradición en las finanzas y proviene del trabajo pionero de John Burr Williams (1938) y, más tarde, Myron Gordon (1962)<sup>9</sup>. Este enfoque, que a menudo se denomina “del flujo de caja descontado”, estima en primer lugar la corriente de dividendos esperada y calcula a continuación el coste implícito de los recursos propios, o equivalentemente la TIR, que hace el valor actual de la corriente de dividendos igual al precio de las acciones de la empresa. Esta rentabilidad implícita se interpreta entonces como coste de los recursos propios.

<sup>8</sup>En contraste con los pagos de intereses y principal de los bonos corporativos, la empresa emisora puede suspender el pago del dividendo preferente sin verse forzada a declararse en quiebra. Esto hace que la diferencia entre dividendos esperados y prometidos sea aún más dramática que en los bonos, dado que es menos probable que la empresa emisora incumpla los pagos de intereses y principal.

<sup>9</sup>J. B. Williams, *Theory of Investment Value* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1938), y M. Gordon, *The Investment, Financing and Valuation of the Corporation* (Homewood, IL: Irwin, 1962).

### Método 1: Modelos de valoración de activos

Las teorías de valoración de activos aparecieron en la literatura financiera en la década de 1960 con la creación del **modelo de valoración de activos financieros**, o **CAPM**. El CAPM tradicional fue seguido por una legión de versiones modificadas que relajaron algunas de las hipótesis más restrictivas sobre las cuales se basaba el modelo original. Consideramos tres versiones: el CAPM tradicional, el CAPM ajustado por tamaño y los modelos multifactoriales.

**El CAPM tradicional.** Uno de los principios básicos de las finanzas es que si los inversos son aversos al riesgo, exigirán una tasa de rentabilidad más elevada para emprender inversiones de mayor riesgo. La pregunta importante que aborda el CAPM es cómo debería medirse el riesgo. La intuición básica del CAPM es que el riesgo relevante de una acción queda determinado por la medida en que contribuye a la volatilidad global de una cartera bien diversificada. Como es sabido, hay acciones muy volátiles, cuyos rendimientos varían mucho de un mes a otro, pero que a pesar de ello contribuyen muy poco a la volatilidad de una cartera bien diversificada. De acuerdo con el CAPM, estas acciones deberían requerir tasas de rentabilidad inferiores a las de acciones menos volátiles, pero que contribuyen más a la volatilidad de carteras bien diversificadas.

Para comprender la relación entre riesgo y rentabilidad, es útil descomponer el riesgo asociado a una inversión en dos componentes. El primero es la variabilidad que contribuye al riesgo de una cartera diversificada, y el segundo es la variabilidad que no contribuye a dicho riesgo. El primero es frecuentemente denominado **riesgo sistemático** o **riesgo no diversificable**, y el segundo, **riesgo no sistemático**, **riesgo específico** o **riesgo diversificable**. Las fuentes de riesgo sistemático incluyen factores de mercado tales como variaciones en los tipos de interés y en los precios de la energía que influyen en casi todas las acciones. La lógica del CAPM sugiere que las acciones más sensibles a estas fuentes de riesgo deberían tener rentabilidades mayores, dado que contribuyen en mayor medida a la variabilidad de las carteras diversificadas. Las fuentes de riesgo no sistemático incluyen eventos aleatorios específicos de cada empresa, como demandas judiciales, defectos en los productos e innovaciones técnicas diversas. La lógica del CAPM indica que estas fuentes de riesgo deberían tener un efecto casi nulo en las tasas de rentabilidad exigidas, porque contribuyen muy poco a la variabilidad global de las carteras diversificadas.

El CAPM puede expresarse mediante la siguiente ecuación que relaciona la rentabilidad exigida esperada de una inversión con el riesgo sistemático:

$$k_e = k_{rf} + \beta_e (k_m - k_{rf}). \quad (4.5)$$

donde:

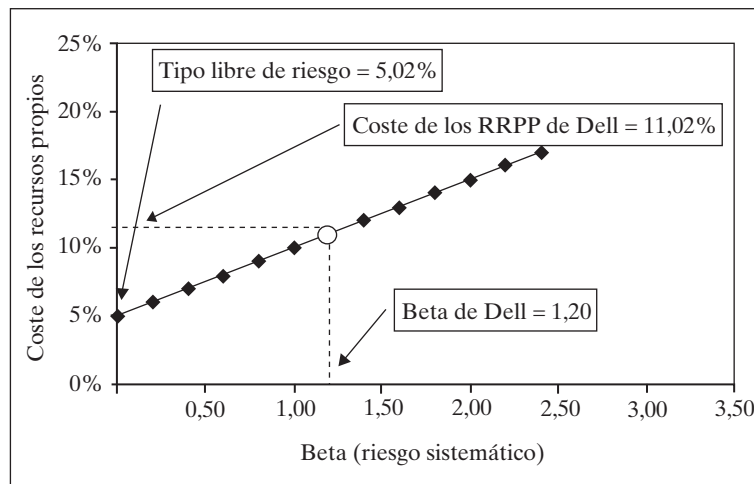
$k_{rf}$  = tipo de interés libre de riesgo.

$\beta_e$  = beta, o riesgo sistemático de las acciones ordinarias de la empresa, que se estima a partir de una regresión del rendimiento de la acción menos el tipo libre de riesgo contra el rendimiento del mercado (como el S&P 500) menos el tipo libre de riesgo.

$k_m$  = rendimiento esperado de la cartera global de mercado, que comprende todos los activos en riesgo.

$(k_m - k_{rf})$  = prima de riesgo de los recursos propios esperada (rendimiento esperado del mercado global menos el tipo libre de riesgo).

**Figura 4.4** Estimar el coste de los RRPP de Dell Corporation mediante el CAPM



La Figura 4.4 ilustra la conexión entre el riesgo sistemático y la tasa de rendimiento esperada en las acciones ordinarias. Por ejemplo, para determinar el coste de los recursos propios de Dell Corporation, supongamos que estimamos su beta en 1,20, que el tipo de interés libre de riesgo es de 5,02% y que la prima de riesgo del mercado es aproximadamente 5%<sup>10</sup>. Podemos sustituir en la Ecuación 4.5 para estimar el coste esperado de los recursos propios de la empresa, igual a 11,02%.

Ahora entraremos en una discusión en mayor profundidad de los tres parámetros de entrada al CAPM: el tipo libre de riesgo, la beta y la prima de riesgo del mercado.

**Seleccionar el tipo de interés libre de riesgo.** El tipo de interés libre de riesgo es el parámetro de entrada menos controvertido del CAPM. No obstante, hay dos cuestiones que debemos abordar: ¿qué es un título libre de riesgo?, y ¿qué vencimiento deberíamos utilizar? Desafortunadamente, el CAPM proporciona pocas pistas a este respecto.

- **Identificar el tipo libre de riesgo:** los analistas normalmente utilizan los rendimientos de los títulos del Tesoro de EEUU para definir el tipo de interés libre de riesgo al evaluar el coste del capital en los Estados Unidos<sup>11</sup>. Al aplicar el CAPM en otras economías, es habitual utilizar sus tipos libres de riesgo locales para capturar la diferencia de la inflación entre los Estados Unidos y dichas economías.

<sup>10</sup>Hablaremos en detalle de la prima de riesgo del mercado más adelante en el capítulo.

<sup>11</sup>Dado que los títulos del Tesoro tienen un atractivo especial para los bancos centrales extranjeros y están exentos de impuestos estatales, no podemos esperar que una acción con una beta de cero tenga un rendimiento tan bajo como el de un título del Tesoro. A causa de esto, se podría preferir el tipo de un bono corporativo AAA o papel comercial equivalente en lugar del tipo del Tesoro. Sin embargo, seguimos la práctica común de la industria y utilizamos el tipo del Tesoro a largo plazo.

- Escoger un vencimiento: como regla general, queremos igualar el vencimiento del tipo libre de riesgo con el de los flujos de caja que estamos descontando. En la práctica, sin embargo, rara vez se igualan los vencimientos. La mayor parte de los manuales sugieren utilizar los tipos a corto plazo como tipo libre de riesgo, puesto que son consistentes con la versión más simple del CAPM. No obstante, dado que frecuentemente se utiliza el coste estimado de los recursos propios para descontar flujos de caja distantes, es una práctica común utilizar un tipo a largo plazo (a 10 ó 20 años) como tipo libre de riesgo<sup>12</sup>. Estamos de acuerdo con esta práctica; sin embargo, como señalamos a continuación, la estimación de la beta que se utiliza en la ecuación del CAPM también debería reflejar este tipo libre de riesgo de largo vencimiento.

**Estimar la beta.** La **beta** de la empresa representa la sensibilidad del rendimiento de sus recursos propios frente a variaciones en las tasas de rentabilidad de la cartera global de mercado. Esto es, si el valor de la cartera de mercado de inversiones con riesgo supera a los bonos del Tesoro en un 10% durante un mes concreto, entonces una acción con una beta de 1,25 debería superarlos en un 12,5%. La beta de una acción debería estimarse mediante una regresión entre el exceso de rendimiento de las acciones de la empresa y el exceso de rendimiento de una cartera de mercado, donde el exceso de rendimiento se define como los rendimientos que superan el tipo libre de riesgo, como muestra la siguiente ecuación:

$$(k_e - k_{rf})_t = \alpha + \beta_e (k_m - k_{rf})_t + e_t, \quad (4.6)$$

donde:

$k_e$  = tasa de rentabilidad observada percibida al invertir en los recursos propios de la empresa durante el periodo  $t$ .

$k_{rf}$  = tipo de interés libre de riesgo observado en el periodo  $t$ .

$\alpha$  = término constante (término independiente).

$\beta_e$  = beta de los recursos propios de la empresa.

$(k_m - k_{rf})$  = prima de riesgo de los recursos propios.

$e_t$  = término de error (la parte de los rendimientos de los recursos propios que no se explica por los movimientos globales del mercado).

Nótese que muchos analistas cometen un error habitual. No consiguen igualar el vencimiento del tipo libre de riesgo, que se utiliza en la Ecuación 4.6 para calcular la beta, con el vencimiento de la tasa que se utiliza para calcular la prima de riesgo de los recursos propios. Dicho simplemente, si utiliza el rendimiento de un bono del Tesoro a largo plazo, el exceso de rendimiento sobre el mercado utilizado para calcular la beta debería ser el exceso de rendimiento de la cartera de mercado sobre el rendimiento del bono del Tesoro a largo plazo<sup>13</sup>.

Aunque normalmente estimamos la beta de una empresa empleando rendimientos históricos, deberíamos ser siempre conscientes de que nuestro objetivo es estimar la beta que refleja la relación entre el riesgo y el rendimiento en el futuro. Desafortunadamente, la

<sup>12</sup>Por ejemplo, Ibbotson Associates utiliza el rendimiento del bono gubernamental a largo plazo para aproximar el tipo libre de riesgo en sus cálculos del coste del capital.

<sup>13</sup>Entendemos que la mayor parte de las betas disponibles públicamente son estimadas con tipos libres de riesgo a corto plazo, o simplemente haciendo una regresión de los rendimientos de las acciones contra los rendimientos del mercado.

estimación de la beta es justamente eso, una estimación, y está sujeta a error. Pero afortunadamente, hay varias maneras de atacar el error de estimación (véase el recuadro de Consejos de la industria sobre métodos alternativos de estimación de la beta).

El ajuste más común consiste en utilizar la media de una muestra de estimaciones de betas de empresas similares, que tiene la ventaja de que reduce la influencia de los errores aleatorios de estimación. Sin embargo, no basta con seleccionar empresas similares, por ejemplo del mismo sector. Las betas no solo varían con el sector (o con el riesgo de negocio), sino también con la estructura de capital de la empresa. Las empresas con mayor apalancamiento tienen betas mayores. En consecuencia, calcular la beta a partir de una muestra de empresas similares es un proceso en varios pasos. En primer lugar, hay que identificar una muestra de empresas con un riesgo de negocio similar (normalmente del mismo sector). Por ejemplo, en la Tabla 4.1 empleamos cuatro empresas de la industria farmacéutica para estimar la beta de Pfizer. En segundo lugar, debemos desapalancar las betas de cada empresa de la muestra para eliminar la influencia en la beta de sus estructuras particulares de capital. La relación entre las betas apalancadas y desapalancadas se define en la Ecuación 4.7 en la Tabla 4.1. En tercer lugar, tomamos la media de las betas desapalancadas y por último las reapalancamos para reflejar la estructura de capital de la empresa en cuestión.

En la Tabla 4.1, la beta desapalancada media de Pfizer y las otras empresas farmacéuticas es de 0,498. Si reapalancamos esta beta media (paso 3) utilizando la ratio de capitalización de deuda sobre recursos propios de Pfizer, de 6,58%, obtenemos una estimación de

**Tabla 4.1 Estimar la beta de Pfizer con una muestra de empresas farmacéuticas comparables: desapalancar y apalancar las betas**

**Paso 1:** Identificar un conjunto de empresas que operen en el mismo sector que la empresa objeto de estudio (*i. e.*, Pfizer). Para cada una, estimar directamente o bien localizar estimaciones publicadas de su beta apalancada,  $\beta_{Apalancada}$ , el valor en libros de la deuda de la empresa que devenga intereses, y la capitalización de los recursos propios de la empresa<sup>14</sup>.

Nombre de la empresa	Beta apalancada	Capitalización deuda/RRPP	Beta de la deuda asumida	Beta desapalancada
Abbott Laboratories	0,36	9,66%	0,3	0,3566
Johnson & Johnson	0,35	1,56%	0,3	0,3495
Meck	0,81	7,25%	0,3	0,7881
Pfizer	0,71	6,58%	0,3	0,6939
		6,26%	Media	0,4981

<sup>14</sup>Normalmente, la deuda se estima utilizando el valor en libros de los pasivos de la empresa que devengan intereses (pagarés a corto plazo, la fracción actual de la deuda a largo plazo de la empresa, más la deuda a largo plazo). Aunque técnicamente deberíamos utilizar el valor de mercado de la deuda de la empresa, es habitual utilizar el valor en libros, dado que la mayor parte de la deuda corporativa apenas se comercializa en el mercado. La capitalización de los recursos propios de la empresa se estima utilizando la cotización actual de mercado de las acciones de la empresa multiplicada por el número de acciones. Las betas de las acciones se pueden obtener de varias fuentes públicas incluyendo casi todos los sitios *online* de información financiera, como Yahoo Finance o MoneyCentral de Microsoft.

**Tabla 4.1** *continúa*

**Paso 2:** Desapalancar la beta de cada empresa para obtener una estimación de la beta de todas ellas (incluida Pfizer) como si no utilizase apalancamiento financiero (*i. e.*,  $\beta_{Desapalancada}$ ), y calcular la media de las cinco medias desapalancadas.

Desapalancamos la beta de los recursos propios utilizando la siguiente relación entre las betas apalancada ( $\beta_{Apalancada_j}$ ) y desapalancada ( $\beta_{Desapalancada_j}$ )<sup>15</sup>:

$$\beta_{Desapalancada_j} = \frac{\beta_{Apalancada_j} + \left(1 - \frac{\text{Tipo impositivo}}{\text{marginal}}\right) \left(\frac{\text{Deuda en libros}_j}{\text{Capitalización de RRPP}_j}\right) \beta_{Deuda}}{1 + \left(1 - \frac{\text{Tipo impositivo}}{\text{marginal}}\right) \left(\frac{\text{Deuda en libros}_j}{\text{Capitalización de RRPP}_j}\right)}, \quad (4.7)$$

donde la Capitalización de RRPP<sub>j</sub> es igual a la cotización actual de la acción por el número de acciones. Asumimos un tipo impositivo marginal del 38% y una beta de la deuda de 0,3 para todas las empresas<sup>16</sup>.

En el ejemplo precedente, la beta desapalancada media es 0,4981.

**Paso 3:** Reapalancar la beta media desapalancada de los recursos propios para reflejar la ratio objetivo de capitalización deuda/recursos propios de la empresa y su tipo impositivo.

El proceso de reapalancar las betas de los recursos propios es sencillamente el inverso del proceso de desapalancamiento. Técnicamente, despejamos  $\beta_{Apalancada}$  como sigue<sup>17</sup>:

$$\beta_{Apalancada_j} = \beta_{Desapalancada_j} \left( 1 + \left[ \left( \frac{\text{Deuda en libros}_j}{\text{Capitalización de RRPP}_j} \right) \left( 1 - \frac{\text{Tipo impositivo}}{\text{marginal}} \right) \right] \right) - \beta_{Deuda} \left( \left[ \left( \frac{\text{Deuda en libros}_j}{\text{Capitalización de RRPP}_j} \right) \left( 1 - \frac{\text{Tipo impositivo}}{\text{marginal}} \right) \right] \right)$$

Al sustituir la beta desapalancada media de 0,4981 y la ratio de capitalización de deuda sobre recursos propios de Pfizer, de 6,58%, obtenemos  $\beta_{Apalancada} = 0,5061$ .

la beta apalancada de Pfizer de 0,2734. En este cálculo asignamos el mismo peso a Pfizer que al resto de empresas. Sin embargo, dado que Pfizer es obviamente el mejor estimador de Pfizer, el analista puede querer incrementar su ponderación en el promedio, por ejemplo hasta hacerla igual a la suma del resto de empresas. Si utilizamos este esquema de

<sup>15</sup>Nótese que los analistas a menudo aplican la Ecuación 4.7 con la asunción de que la beta de la deuda es cero.

<sup>16</sup>La beta de la deuda de hecho es cercana a cero en los casos en que el impago no es muy probable y cuando la deuda de la empresa tiene aproximadamente el mismo vencimiento que la deuda libre de riesgo utilizada para calcular las betas. Dado que la mayor parte de los analistas tiende a utilizar el exceso de los rendimientos de la deuda a corto plazo para calcular las betas, las betas relevantes de los bonos corporativos están entre 0,2 y 0,4, dependiendo de su *rating* y su vencimiento.

<sup>17</sup>Si la beta del bono corporativo se asume igual a cero (como hacen muchos analistas), entonces el último término en el lado derecho de esta ecuación se anula.

pesos, obtenemos una beta desapalancada de 0,398, que produce una estimación de la beta apalancada de 0,406.

**Estimar la prima de riesgo del mercado.** Determinar la prima de riesgo del mercado requiere una predicción del diferencial futuro entre la tasa de rendimiento de la cartera de mercado y el rendimiento libre de riesgo. Recuerde que la tasa de descuento debe reflejar el coste de oportunidad del capital, que a su vez viene determinado por la tasa de rentabilidad asociada a colocar el dinero en otras inversiones con riesgo. Si uno cree que la bolsa generará rendimientos elevados durante los próximos 10 años, entonces la tasa de rentabilidad exigida a las acciones de una empresa también será bastante elevada.

## CONSEJOS DE LA INDUSTRIA

### Métodos alternativos para estimar la beta

Los problemas que hemos señalado para la estimación de la beta a partir de datos de rendimientos históricos nos han llevado al desarrollo de métodos alternativos de predicción de las betas. Presentaremos dos de estos métodos que se han extendido ampliamente: el modelo BARRA y el modelo Bloomberg.

El método BARRA recibe el nombre de su creador, el profesor de finanzas de la Universidad de California Barr Rosenberg. La tesis básica que subyace a la metodología BARRA es que la beta de una acción no es estacionaria en el tiempo, sino que varía según cambian los atributos fundamentales de la empresa. En consecuencia, BARRA desarrolló una beta prospectiva que tiene en cuenta las características de la empresa en sus estimaciones.

El método se basa en una investigación que demuestra que las betas estimadas únicamente a partir de los rendimientos históricos no eran tan buenas para predecir las betas futuras como las betas que también consideraban variables fundamentales, como el sector y otra información sobre la empresa. El método BARRA utiliza una variable de sector porque es bien sabido que algunos de ellos (como la agricultura y los servicios regulados) tienen betas constantemente bajas, mientras que otros (como la electrónica, el transporte aéreo y las sociedades de valores) tienen betas muy altas. Además, se incluyen en el modelo variables de la cuenta de resultados y el balance. Por ejemplo, las distribuciones elevadas de dividendos son predictivas de empresas con betas bajas, mientras que una alta correlación entre los ingresos de la empresa y los de la economía en su conjunto es indicativa de betas más altas.

Un segundo modelo alternativo para estimar las betas es el que utiliza la compañía de datos de inversión Bloomberg. El modelo de Bloomberg ajusta las betas estimadas utilizando los datos históricos para incorporar la reversión a la media de las betas históricas. Para ello, la beta de Bloomberg ha sido ajustada del siguiente modo:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Beta ajustada} \\ \text{de Bloomberg} \end{array} \right) = 0,33 + 0,67 \left( \begin{array}{l} \text{Beta histórica} \\ \text{sin ajustar} \end{array} \right)$$

Los coeficientes del modelo anterior fueron estimados utilizando valores pasados de betas calculadas contemporáneamente.



**Estimaciones históricas.** No hay forma de eludir el hecho de que las primas de riesgo del mercado que se utilizan en el CAPM son meras conjeturas. No obstante, deberían ser conjeturas fundamentadas que se basen en un razonamiento sólido.

El enfoque de muchos analistas es utilizar la historia pasada como guía para estimar la prima de rendimiento futura del mercado. La Figura 4.5 contiene estadísticos de sumariación de las tasas de rendimiento históricas de las acciones y bonos de EEUU durante el periodo 1926-2005. Nótese que las medias geométricas son siempre inferiores a las aritméticas<sup>18</sup>. Aunque la mayor parte de los manuales utilizan la media aritmética, los profesionales a menudo prefieren las geométricas. (Véase el recuadro de Consejos técnicos para una reflexión sobre medias geométricas vs. aritméticas).

Los datos históricos sugieren que la prima de riesgo de los recursos propios para la cartera de mercado ha tomado un valor medio de entre 6% y 8% durante los últimos 75 años. Sin embargo, hay una buena razón para pensar que en el futuro la prima de riesgo de los recursos propios no será tan alta. En efecto, las proyecciones de dicha prima de riesgo bajan hasta un 3%. Para los ejemplos de este libro utilizaremos una prima de riesgo de recursos propios del 5%, habitual en la práctica.

**CAPM con una prima por tamaño.** El modelo CAPM se enseña en prácticamente todas las principales escuelas de negocios del mundo. Desafortunadamente, la teoría no se sostiene cuando se confronta a la evidencia empírica. En efecto, la investigación académica no ha logrado encontrar una relación significativa entre las estimaciones de las betas de las acciones y sus tasas de rendimiento futuras. La investigación apunta a que las características de la empresa, como la capitalización de mercado y los ratios valor en libros/precio, proporcionan predicciones mucho mejores de los rendimientos futuros que las betas<sup>19</sup>. En respuesta a estas observaciones, los académicos han propuesto modificaciones del CAPM que consideran las diferencias en los rendimientos de las acciones en función de las características de la empresa.

**Figura 4.5 Rendimientos históricos de acciones y bonos: estadísticos de sumariación del periodo 1926-2005**

	Media		Desviación típica
	Geométrica	Aritmética	
Acciones de grandes empresas	10,4%	12,3%	20,2%
Acciones de pequeñas empresas	12,6%	17,4%	32,9%
Bonos corporativos a largo plazo	5,9%	6,2%	8,5%
Bonos del Gobierno a largo plazo	5,5%	5,8%	9,2%
Bonos del Gobierno a medio plazo	5,3%	5,5%	5,7%
Letras del Tesoro	3,7%	3,8%	3,1%
Inflación	3,0%	3,1%	4,3%

Fuente: Ibbotson Associates *SBBi 2006 Yearbook*.

<sup>18</sup>Esto refleja el hecho de que la media geométrica captura los efectos de los intereses compuestos, mientras que la media aritmética no lo hace.

<sup>19</sup>E. Fama y K. French, "The Cross-section of Expected Stock Returns", *Journal of Finance* 47 (1992), 427-465.

## CONSEJOS TÉCNICOS

### ¿Media geométrica o media aritmética?

Considere la siguiente inversión en acciones de Carebare, Inc. El 31 de diciembre de 2006, la empresa cotizaba a 100 \$ por acción. Un año más tarde, las acciones habían caído a 50 \$ por acción. Sin embargo, en 2007 la empresa experimentó un año de euforia que duplicó el precio de las acciones, hasta situarlas en 100 \$ el 1 de enero de 2008. Si usted compró acciones el 1 de enero de 2006, ¿qué tasa de rendimiento obtuvo cuando las vendió el 1 de enero de 2008?

La respuesta obvia (despreciando los costes de transacción) es 0%, dado que vendió al mismo precio al que compró. Esto es:

$$\begin{aligned} \text{Precio acción}_{2008} &= \text{Precio acción}_{2006}(1 + \text{HPR}_{2007})(1 + \text{HPR}_{2008}) \\ &= \text{Precio acción}_{2006}(1 + \text{HPR}_{\text{Medio}})^2 \end{aligned}$$

Por tanto, el retorno del periodo anual medio de tenencia (*HPR*) del periodo de dos años se halla despejando  $\text{HPR}_{\text{Medio}}$ :

$$\text{Precio acción}_{2006}(1 + \text{HPR}_{2007})(1 + \text{HPR}_{2008}) = \text{Precio acción}_{2006}(1 + \text{HPR}_{\text{Medio}})^2.$$

Es decir:

$$\text{HPR}_{\text{Medio}} = [(1 + \text{HPR}_{2007})(1 + \text{HPR}_{2008})]^{1/2} - 1.$$

El  $\text{HPR}_{\text{Medio}}$  no es otra cosa que la media geométrica de los *HPR*. Por ejemplo, podemos calcular este rendimiento estimando la media geométrica de los rendimientos obtenidos en 2007 y 2008 así:

$$\left( \begin{array}{c} \text{Media} \\ \text{geométrica} \end{array} \right) = [(1 - 0,50)(1 + 1,00)]^{1/2} - 1 = 0\%$$

Por otro lado, la media aritmética de los *HPR* de 2006 y 2007 se calcula como sigue:

Para ilustrar cómo se puede incorporar una prima por tamaño al CAPM, consideremos la metodología de Ibbotson Associates, en su anuario de 2005, que divide las empresas en cuatro grupos según el valor total de mercado de sus recursos propios: las grandes empresas (*large-cap*), con más de 4.794 M\$ de capitalización de mercado, no reciben prima por tamaño. Las empresas medianas (*mid-cap*), con un valor de recursos propios entre 1.167 y 4.794 M\$, reciben una prima por tamaño de 0,91%. Las empresas pequeñas (*low-cap*), con un valor de recursos propios entre 331 y 1.167 M\$, reciben una prima de 1,70%, y las microempresas (*micro-cap*), con un valor por debajo de 331 M\$, reciben una prima de 4,01%. Por tanto, la tasa de rendimiento de los recursos propios esperada utilizando el CAPM ajustado por tamaño queda como se describe en la Ecuación 4.8:

$$\left( \begin{array}{c} \text{Media} \\ \text{aritmética} \end{array} \right) = \frac{-50\% + 100\%}{2} = 25\%$$

La diferencia entre la media aritmética y la geométrica normalmente no es tan llamativa como en este ejemplo, pero nos servirá para enfatizar las cuestiones clave. La media geométrica es la manera apropiada de medir la tasa de rendimiento de un periodo histórico concreto. No obstante, la media geométrica no es el mejor estimador de los rendimientos futuros a menos que esperemos que el patrón histórico se repita.

Cuando todos los patrones futuros son igualmente probables, el mejor estimador de los rendimientos futuros es la media aritmética. Técnicamente, estamos suponiendo que cada HPR es una observación independiente de una distribución de probabilidad subyacente estacionaria. Así, si observamos rendimientos anuales de 10%, -5%, 25% y 20% y suponemos que estas tasas anuales representan valores aleatorios de una misma distribución subyacente de rendimientos, entonces la mejor estimación de la media de esta distribución es la aritmética, *i. e.*,

$$\left( \begin{array}{c} \text{Media} \\ \text{aritmética} \end{array} \right) = \frac{10\% - 5\% + 25\% + 20\%}{4} = 12,5\%$$

Nótese que hemos calculado la tasa de rendimiento esperada a un año (no a cuatro años), y hemos obtenido un 12,5%. ¿Qué habría ocurrido si hubiésemos querido estimar la tasa de rendimiento esperada durante los próximos cinco años? En este caso podríamos estimar la tasa anual utilizando la media geométrica de los últimos cinco años, de los cinco años anteriores a esos, etc. Digamos que se ha estimado así las medias geométricas de 10 periodos no solapados de 5 años, retrocediendo 50 años. Ahora, para estimar la tasa de rendimiento anual durante los próximos cinco años, calcularíamos la media aritmética de estas 10 tasas de rendimiento geométricas<sup>20</sup>.

La idea de nuevo es que la media geométrica es la forma apropiada de mediar un rendimiento histórico. No obstante, si los rendimientos se extraen de distribuciones independientes e idénticamente distribuidas, el mejor estimador es la media aritmética.

$$k_e = k_{rf} + \beta (k_m - k_{rf}) + \begin{cases} \text{Grandes: } 0,0\% \text{ si } \text{capitalización} > 4.794 \text{ M\$} \\ \text{Medianas: } 0,91\% \text{ si } 4.794 \text{ M\$} \geq \text{capitalización} < 1.167 \text{ M\$} \\ \text{Pequeñas: } 1,70\% \text{ si } 1.167 \text{ M\$} > \text{capitalización} > 331 \text{ M\$} \\ \text{Micro: } 4,01\% \text{ si } \text{capitalización} \leq 331 \text{ M\$} \end{cases} \quad (4.8)$$

<sup>20</sup>Es obvio que nuestra metodología para estimar rendimientos de cinco años está limitada por la cantidad de periodos de cinco años sin solapamiento de los que podemos disponer. El problema empeora cuando queremos estimar la distribución del rendimiento en periodos más largos (10 ó 20 años). En la práctica, los analistas restringen su atención a los retornos anuales a causa de la convención de expresar los retornos en términos de tasas anuales.

**Modelos factoriales.** Un segundo enfoque que surgió en la década de 1980 es el uso de modelos multifactoriales que reflejen el riesgo de inversiones con múltiples betas y primas de factores de riesgo. Estos factores de riesgo pueden provenir de variables macroeconómicas, como variaciones en los tipos de interés, la inflación o el PIB, o de las llamadas carteras de factores, que pueden formarse utilizando métodos puramente estadísticos, como el análisis factorial o de componentes principales, o agrupando cotizaciones de acuerdo con sus características.

El modelo factorial más extendido es el **modelo trifactorial Fama-French**, que intenta describir los determinantes del retorno de los recursos propios a partir de tres primas de riesgo<sup>21</sup>: la prima de riesgo de los recursos propios del CAPM, una prima de riesgo por tamaño y una prima de riesgo referente al valor relativo de la empresa comparado con su valor en libros (valor basado en costes históricos). La ecuación Fama-French de coste de los recursos propios incluye tres factores con sus primas de riesgo asociadas (de ahí el nombre “trifactorial”), como se observa en la Ecuación 4.9:

$$k_e = k_{rf} + b \times (ERP) + s \times (SMBP) + h \times (HMLP), \quad (4.9)$$

donde  $k_e$  es la tasa de rentabilidad exigida a las acciones ordinarias de la empresa;  $k_{rf}$  es el tipo de interés libre de riesgo de los bonos del Tesoro a largo plazo (a fecha de redacción de este manual, 5,02%);  $b$ ,  $s$  y  $h$  son coeficientes estimados para la empresa concreta cuyo coste de recursos propios se está evaluando;  $ERP$  es la prima de riesgo de los recursos propios, igual a la diferencia entre la tasa de rentabilidad esperada al invertir en la cartera de mercado y el tipo de interés libre de riesgo a largo plazo (como se mencionó anteriormente, utilizamos un  $ERP$  del 5%);  $SMBP$  es la prima de riesgo “pequeña menos grande” (*small minus big*), que se estima a partir de las diferencias históricas en empresas de grande y pequeña capitalización (3,36%); y  $HMLP$  es la prima de “riesgo alto menos bajo” (*high minus low*), que se estima como la diferencia entre la media histórica anual de los rendimientos de las carteras de valor (con una ratio de valor en libros/precio elevada) y las de crecimiento (con menor ratio) (4,4%)<sup>22</sup>.

La clave de la implementación del modelo de Fama-French consiste en estimar los tres coeficientes ( $b$ ,  $s$  y  $h$ ). Para ello, empleamos la siguiente regresión múltiple de los rendimientos de las acciones ordinarias de una empresa contra los valores históricos de cada variable de las primas de riesgo. Ilustramos el uso del modelo trifactorial de Fama-French sobre Dell Computer Corporation. Abajo se encuentran las estimaciones de  $b$ ,  $s$  y  $h$ , empleando los rendimientos del periodo de 48 meses que concluyó el 31 de diciembre de 2005, y utilizando el modelo de regresión de la Ecuación 4.10.

$$(R_{Dell} - R_f)_t = \alpha + b(R_m - R_f)_t + s(R_S - R_L)_t + h(R_H - R_L)_t + \varepsilon_t \quad (4.10)$$

donde  $(R_m - R_f)_t$  es la prima de riesgo de mercado de recursos propios ( $ERP$ ) del mes  $t$ ,  $(R_S - R_L)_t$  es la diferencia de los rendimientos entre las carteras de las empresas pequeñas y grandes en el mes  $t$  (i. e.,  $SMBP$ ),  $(R_H - R_L)_t$  es la diferencia de los rendimientos entre las

<sup>21</sup>E. Fama y K. French, “Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds”, *Journal of Financial Economics* 33, 3-56.

<sup>22</sup>La prima de riesgo de mercado de los recursos propios ( $ERP$ ) que se utiliza aquí es nuestra estimación, mientras que las otras dos primas representan las primas medias que publica Ibbotson Associates en su *Cost of Capital Yearbook for 2005*, pág. 40.

carteras de altas y bajas ratios de valor en libros/precio en el mes  $t$  (i. e.,  $HMLP$ ), y  $\epsilon_t$  es el término de error de la regresión. Los valores mensuales históricos de las tres variables de las primas de riesgo datan de 1927, y los datos diarios de 1963, y todos pueden encontrarse en la página web de Kenneth French<sup>23</sup>. (Véase el recuadro de Consejos técnicos sobre cómo calcular las primas de riesgo de Fama-French).

Estimamos el coste de los recursos propios de Dell sustituyendo en la Ecuación 4.10 como sigue:

Coefficiente	Estimación del coeficiente	Prima de riesgo	Producto
$b$	1,1726	5,00%	5,86%
$s$	0,1677	3,36%	0,56%
$h$	-0,7085	4,40%	-3,12%
		Prima de riesgo =	3,31%
		+ Tasa libre de riesgo =	5,02%
		Coste de los RRPP	<u>8,33%</u>

**C O N S E J O S**

**T É C N I C O S**

**Calcular la prima de riesgo de Fama-French**

En la página web de Ken French se pueden encontrar estimaciones anuales, mensuales y diarias de las tres fuentes de riesgo del modelo trifactorial de Fama-French. Estos factores se definen del siguiente modo:

- $R_m - R_f$  el exceso de rendimiento sobre el mercado, es el rendimiento ponderado por valor de todas las cotizaciones de las bolsas NYSE, AMEX y NASDAQ (de CRSP) menos el tipo de las letras del Tesoro (de Ibbotson Associates).
- $R_S - R_B$  es el rendimiento medio de tres carteras pequeñas menos el rendimiento medio de tres carteras grandes:
 
$$R_S - R_B = 1/3(\text{Pequeña valor} + \text{pequeña neutral} + \text{pequeña crecimiento}) - 1/3(\text{Grande valor} + \text{grande neutral} + \text{grande crecimiento}).$$
- $R_H - R_L$  es el rendimiento medio de dos carteras de valor menos el rendimiento medio de dos cartas de crecimiento:
 
$$R_H - R_L = 1/2(\text{Pequeña valor} + \text{grande valor}) - 1/2(\text{Pequeña crecimiento} + \text{grande crecimiento}).$$

Véase E. Fama y K. French, 1993, “Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds”, *Journal of Financial Economics* 33, 3-56, para una descripción completa de los factores.

<sup>23</sup>[http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data\\_library.html](http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html)

La estimación resultante del coste de los recursos propios de Dell en este ejemplo es de 8,33%, muy diferente del 11,02% que obteníamos con el CAPM estándar.

Para explorar las diferencias entre las estimaciones del coste de los recursos propios del modelo trifactorial de Fama-French y el CAPM estándar, presentamos dichas estimaciones con ambos métodos para diversas acciones en la Tabla 4.2. Un vistazo rápido a las dos estimaciones (Fama-French y CAPM tradicional) revela que son muy similares para la mayor parte de las empresas, pero con notables excepciones. Por ejemplo, el coste de los recursos propios con el modelo trifactorial es algo más bajo para Dell y algo más alto para General Motors. Estas diferencias reflejan el hecho de que el modelo trifactorial fue diseñado para compensar la sobrestimación que el CAPM hacía de los rendimientos de las carteras de crecimiento, como Dell, y la subestimación de las carteras de valor, como General Motors.

¿Qué modelo estima mejor el coste de los recursos propios? La evidencia empírica muestra que el modelo trifactorial explica mejor los rendimientos históricos que el CAPM unifactorial clásico, lo que no resulta sorprendente dado que el primero fue diseñado para explicar dichos rendimientos. Sin embargo, el coste de los recursos propios es un concepto prospectivo, y consideramos rendimientos históricos únicamente porque arrojan alguna luz sobre lo que podemos esperar del futuro. Si creemos que el pasado es buen indicador del futuro, entonces deberíamos utilizar el modelo trifactorial. Sin embargo, se podría pensar que los rendimientos relativamente elevados de las carteras de valor y los rendimientos bajos de las carteras de crecimiento representan una ineficiencia del mercado que probablemente dejará de existir en el futuro, ahora que el “efecto valor” es bien conocido. En este caso, podría preferirse el CAPM tradicional, que está mejor asentado en la teoría.

Limitaciones de las estimaciones del coste de los recursos propios basadas en los rendimientos históricos. Los problemas que surgen al usar los rendimientos históricos para estimar el coste de los recursos propios tienen que ver con que los rendimientos pasados, y en consecuencia las primas de riesgo, no suelen ser muy fiables al predecir las primas de

**Tabla 4.2 Estimaciones del coste de los recursos propios según Fama-French y CAPM**

Nombre de la empresa	Coeficientes Fama-French			Coste de los RRPP de FF	Beta de CAPM	Coste de los RRPP de CAPM	Coste de los RRPP de CAPM menos FF
	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>h</i>				
Dell Computers	1,1726	0,1677	-0,7085	8,33%	1,2	11,02%	2,69%
General Motors	0,9189	0,5838	0,9102	15,58%	1,2	11,02%	-4,56%
IBM	1,5145	0,0203	0,3632	14,26%	1,01	10,07%	-4,19%
Merck	0,8035	-1,6398	0,3546	5,09%	0,42	7,12%	2,03%
Pepsico	0,4834	-0,4545	-0,2429	4,84%	0,33	6,67%	1,83%
Pfizer	0,6052	-0,4841	-0,1223	5,88%	0,46	7,32%	1,44%
WalMart	0,6691	-0,2622	-0,0327	7,34%	0,6	8,02%	0,68%

riesgo futuras. En concreto, hay tres problemas fundamentales asociados al uso de rendimientos históricos como base para estimar la prima de riesgo de los recursos propios: (1) los rendimientos históricos varían ampliamente a lo largo del tiempo, lo que produce grandes errores de estimación; (2) es probable que las recientes variaciones en el gravamen fiscal de los rendimientos de los recursos propios y la rápida expansión del acceso a los mercados globales hayan reducido las primas de riesgo; (3) por último, los rendimientos históricos en el largo plazo, al menos en los Estados Unidos, pueden ser muy elevados en comparación con los esperables para el futuro; la economía de EEUU tuvo un comportamiento excepcionalmente bueno durante el siglo pasado, que no necesariamente se va a repetir durante el actual.

- **Los rendimientos de los títulos históricos son muy volátiles.** En la Figura 4.5 vemos que el rendimiento histórico medio de una cartera de grandes empresas en el periodo de 1926 a 2005 fue de aproximadamente 12,3%. En este periodo, el rendimiento medio de los bonos del Tesoro a largo plazo fue de 5,8%, lo que implica que el exceso de rendimiento en las grandes empresas fue de 6,5%. La desviación típica de estos rendimientos fue 20,2%, lo que implica que el error estándar de la prima de riesgo de los recursos propios es aproximadamente 2%<sup>24</sup>. Esto significa que el intervalo de confianza al 95% de la estimación de la prima de riesgo de los recursos propios va de 2,5% a 10,5%. Claramente, la amplitud de este intervalo de confianza sugiere que la decisión más prudente es interpretar los datos históricos como orientativos más que definitivos.
- **Las condiciones del mercado son cambiantes.** Mirando hacia el futuro, podemos decir que hay al menos tres factores claves del mercado que han cambiado en el tiempo y que podrían llevar a una prima de riesgo de recursos propios futura sustancialmente inferior a la pasada. La primera tiene que ver con los impuestos; la segunda, la creciente participación en el mercado bursátil; y la tercera, con la creciente globalización de los mercados de títulos.

El tipo impositivo sobre los ingresos por dividendos, los ingresos por intereses y las plusvalías fluctúa en el tiempo, favoreciendo fiscalmente en mayor o menor medida a los recursos propios en distintos periodos. Cuando los recursos propios están más incentivos fiscalmente, la prima de rendimiento de los recursos propios debería ser más baja en relación a los bonos del Tesoro. En los EEUU, los recursos propios están (a la fecha de redacción de este manual) más favorecidos fiscalmente que en ningún momento de la historia reciente. El *Jobs and Growth Tax Relief Reconciliation Act* de 2003 redujo el tipo impositivo máximo sobre los dividendos al 15%. Antes, los ingresos por dividendos se gravaban como ingresos ordinarios con tipos de hasta el 35%. Hace treinta años, los dividendos se gravaban al 70%.

Un segundo cambio en las condiciones de mercado que es probable que afecte a las primas de riesgo en el futuro se refiere al creciente número de individuos que participan en el mercado de recursos propios, sea mediante inversiones directas o, indirectamente, a través de sus planes de pensiones. Si un día los mercados estuvieron dominados por un número limitado de inversores adinerados, esos tiempos pasaron. Un

<sup>24</sup>El error estándar de la media simple del rendimiento se calcula como sigue:  $\sigma_{\text{Rendimiento anual}} \div \sqrt{n-2}$ , donde la desviación típica de los rendimientos anuales es 20,2% y  $n$  es el número de rendimientos anuales en la muestra, que aquí es 78, lo que resulta en una estimación del error estándar de la media muestral del 2,2%.

factor importante que subyace a este cambio fue el paso del *Employment Retirement Income Security Act* (ERISA) en 1974 y el crecimiento subsiguiente de los planes de pensiones. Hoy, más de la mitad de los títulos de recursos propios en los Estados Unidos están en manos de inversores institucionales, incluyendo fondos de inversión y planes de pensiones. La creciente participación de los particulares en los mercados bursátiles ha llevado a diversificar el riesgo de poseer títulos de recursos propios, y puede haber disminuido las primas de riesgo.

Otro factor más que puede rebajar las primas de riesgo de los recursos propios en el futuro se refiere a la mejora de la facilidad de acceso de los inversores a los mercados globales. Este acceso creciente tiende a reducir las tasas de rentabilidad exigidas (y como consecuencia las primas de riesgo), debido a las nuevas oportunidades de diversificación y a la mayor participación de más inversores que se reparten los riesgos asociados con las inversiones<sup>25</sup>.

- **Los rendimientos históricos muestran sesgos de supervivencia.** El último problema que encontramos al utilizar los rendimientos históricos para estimar las primas de riesgo futuras es que los datos históricos habitualmente disponibles reflejan el desempeño de los mercados que se han comportado bien en el pasado. Esto es, solo los ganadores en los mercados financieros, como los Estados Unidos o el Reino Unido, han sobrevivido y pueden ser analizados e incorporados al registro de rendimientos históricos. En efecto, hay muy pocos mercados que hayan sobrevivido ininterrumpidamente durante más de 75 años. La historia nos enseña que no podemos proyectar con seguridad que los próximos 75 años vayan a resultar tan prósperos.

**Método 2: Enfoques de flujos de caja descontados o tasa de rendimiento imputada**  
Hasta este momento, hemos estimado las tasas de rendimiento esperadas empleando la historia de rendimientos pasados como guía. Sin embargo, como se indica anteriormente, los rendimientos pasados pueden resultar un indicador excesivamente optimista de los futuros. En esta sección describiremos un método de estimar el rendimiento del mercado que utiliza estimaciones prospectivas de las primas de riesgo, en lugar de históricas.

Nuestro enfoque prospectivo comienza con el conocido modelo de flujos de caja descontados. Sin embargo, en lugar de utilizar el modelo DCF para determinar el valor de una inversión, el método toma los valores observados y los flujos de caja estimados y emplea el modelo DCF para estimar la TIR, o el coste implícito de los recursos propios. Como comentaremos más abajo, los analistas aplican esta metodología de dos maneras relacionadas. Algunos utilizan el método para producir una estimación de la prima de rendimiento del mercado que se puede usar para estimar el coste de los recursos propios basado en el CAPM. Otros utilizan el método para estimar directamente un coste prospectivo de los recursos propios de empresas individual.

**Modelo de crecimiento de DCF de tasa única.** Comentaremos dos variantes del modelo DCF. El primero es el modelo de crecimiento de Gordon, que asume que los dividendos de

<sup>25</sup>Por ejemplo, Rene Stulz apunta que las crecientes oportunidades de inversión reducirían la prima de riesgo esperada a aproximadamente dos tercios de la media desde 1926 (Rene Stulz, "Globalization of Capital Markets and the Cost of Capital: The Case of Nestle", *Journal of Applied Corporate Finance* 8, Tomo 3 (Otoño de 1995)).



la empresa se incrementan indefinidamente a una tasa constante (*i. e.*, que hay una única tasa de crecimiento). El modelo DCF de tasa única del valor de los recursos propios resultante puede deducirse fácilmente del modelo DCF general de la Ecuación 4.11a:

$$\text{Precio de la acción}_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\text{Div}_{\text{Año } t}}{(1 + k_e)^t} \quad (4.11a)$$

donde

$\text{Precio de la acción}_0$  = cotización actual de las acciones de la empresa.

$\text{Div}_{\text{Año } t}$  = dividendo esperado para el año  $t$ .

$k_e$  = coste de los recursos propios.

Cuando se espera que los dividendos de la empresa crezcan de forma indefinida a una tasa constante,  $g$ , y esta tasa es inferior al coste de los recursos propios de la empresa, la expresión de valoración de arriba puede reducirse a la siguiente:

$$\text{Precio de la acción}_0 = \frac{\text{Div}_{\text{Año } 0}(1 + g)}{k_e - g} = \frac{\text{Div}_{\text{Año } 1}}{k_e - g} \quad (4.11b)$$

En consecuencia, el coste de los recursos propios se puede hallar despejando  $k_e$  como muestra la ecuación 4.11c:

$$k_e = \frac{\text{Div}_{\text{Año } 1}}{\text{Precio de la acción}_0} + g \quad (4.11c)$$

Los analistas normalmente despejan  $k_e$  observando el dividendo más reciente que se ha pagado en los últimos 12 meses,  $\text{Div}_{\text{Año } 0}$ , junto con el Precio de la acción<sub>0</sub> más reciente de la empresa, y utilizando las estimaciones de las tasas de crecimiento de los ingresos previstas por los analistas para evaluar la tasa de incremento de los dividendos de la empresa. Dependiendo del objetivo de la estimación del coste de los recursos propios, las empresas utilizarán las estimaciones de crecimiento de los dividendos de los analistas que cubren la empresa o bien sus propias estimaciones internas.

A efectos ilustrativos, consideremos el caso de Duke Energy Corporation (DUK). Duke se compone de varios negocios, incluidos el transporte de gas natural y la producción de energía eléctrica. En 2005 la empresa pagó un dividendo de 1,24 \$ por acción, y el 24 de mayo de 2006, la cotización cerró a 27,50 \$. La tasa de crecimiento de los ingresos esperada por los analistas para el periodo de 2007 a 2011 es de un 5% anual<sup>26</sup>. Dado que la Ecuación 4.11c asume que los dividendos de la empresa crecen indefinidamente a una tasa constante, utilizamos la estimación a cinco años para evaluar el coste de los recursos propios de Duke como sigue:

<sup>26</sup>Basado en la estimación de la tasa de crecimiento de los ingresos a cinco años de Yahoo Finance (<http://finance.yahoo.com/q/ae?s=DUK>).

$$k_e = \frac{Div_{Año\ 0}(1+g)}{Precio\ de\ la\ acción_0} + g = \frac{1,24(1+0,05)}{27,50} + 0,05 = 0,09735 = 9,735\%$$

Agregar las primas de riesgo prospectivas de recursos propios. El método que acabamos de utilizar para imputar la tasa de rentabilidad exigida para una empresa también puede emplearse para estimar la prima de riesgo de los recursos propios del mercado. El método requiere que se calculen primero, y se agreguen después, las primas de riesgo de una muestra amplia de empresas. Varios estudios recientes han llevado a cabo este análisis, y la característica principal de la evidencia empírica en lo que respecta a las primas de riesgo prospectivas de los recursos propios es que son muy inferiores a las que se basan en datos históricos<sup>27</sup>. En general, la mayor parte de los analistas financieros que estiman primas de riesgo prospectivas las sitúa entre un 3% y un 5%.

Modelo de crecimiento de tres tasas. La segunda variante del modelo DCF difiere del primero tan solo en que proporciona tres tasas de crecimiento distintas, que corresponden a las tres etapas del crecimiento de una empresa. En concreto, este modelo prevé diferentes tasas de crecimiento de los dividendos para los años 1 a 5, 6 a 10 y 11 en adelante. El modelo correspondiente en tres etapas puede escribirse como sigue:

$$\begin{aligned} Precio\ de\ la\ acción_0 &= \sum_{t=1}^5 \frac{Div_{Año\ 0}(1+g_{Años\ 1\ a\ 5})^t}{(1+k_e)^t} \\ &+ \sum_{t=6}^{10} \frac{Div_{Año\ 0}(1+g_{Años\ 1\ a\ 5})^5(1+g_{Años\ 6\ a\ 10})^{t-5}}{(1+k_e)^t} \\ &+ \left( \frac{Div_{Año\ 0}(1+g_{Años\ 1\ a\ 5})^5(1+g_{Años\ 6\ a\ 10})^5(1+g_{Años\ 11\ y\ en\ adelante})}{(k_e - g_{Años\ 11\ y\ en\ adelante})} \right) \\ &\times \frac{1}{(1+k_e)^{10}} \end{aligned} \quad (4.12)$$

Dadas las estimaciones de las tres tasas de crecimiento ( $g_{Años\ 1\ a\ 5}$ ,  $g_{Años\ 6\ a\ 10}$  y  $g_{Años\ 11\ y\ en\ adelante}$ ), el periodo actual del dividendo ( $Div_{Año\ 0}$ ) y la cotización actual ( $Precio\ de\ la\ acción_0$ ), podemos despejar el coste de los recursos propios ( $k_e$ ).

La ventaja del modelo de tres tasas es su flexibilidad para incorporar diferentes tasas de crecimiento durante el ciclo de vida de la empresa. El inconveniente asociado, por supuesto, es que requiere estimaciones de estas tasas. Ibbotson Associates utiliza la tasa de crecimiento I/B/E/S esperada de los ingresos para estimar la primera tasa de crecimiento, y la media histórica de los crecimientos de los ingresos del sector de la empresa para estimar el segundo. Para la tercera tasa de crecimiento, utiliza una tasa que refleja el crecimiento a

<sup>27</sup>En concreto, las primas de riesgo prospectivas de recursos propios estimadas en los años recientes para el mercado estadounidense han sido de un 3% o inferiores. Además, algunos investigadores defienden que las estimaciones históricas de un 8% para la prima de riesgo (usando las letras del Tesoro para aproximar el tipo libre de riesgo) y el 5% (usando los bonos del Tesoro a largo plazo) nunca han sido realistas salvo cuando el mercado tocaba suelo o en tiempos de crisis (*i. e.*, guerras).

**C O N S E J O S D E C O M P O R T A M I E N T O**

**Optimismo gerencial y coste del capital**

La tendencia de la dirección de ser excesivamente optimista en lo que respecta a las perspectivas de su propia empresa es un sesgo de comportamiento bien documentado. Sin embargo este sesgo puede no ser un problema serio cuando se trata de la estimación del coste del capital de la empresa si se utiliza un modelo DCF como el de Gordon. Este enfoque tiene una importante ventaja colateral cuando el coste de los recursos propios lo estima un directivo de la empresa. Dicho simplemente, el exceso de optimismo del directivo al estimar la tasa de crecimiento previsto de los ingresos y los dividendos sesgará al alza el coste de los recursos propios, y en consecuencia el coste del capital.

Para ilustrarlo, consideremos el ejemplo de la estimación del coste de los recursos propios de Duke Energy Corporation (DUK) en el ejemplo anterior. Si los analistas internos de Duke están haciendo sus propias estimaciones sobre el crecimiento futuro de los ingresos y los dividendos de la empresa, pueden pensar que el 7% es una estimación razonable, mientras que los analistas de mercado utilizaron el 5%. El efecto del cálculo optimista de Duke es un incremento del coste de los recursos propios de 9,735% a 11,825%. Esta mayor tasa de descuento tenderá a contrarrestar los efectos del optimismo excesivo que los mismos analistas han mostrado al estimar los flujos de caja futuros de las oportunidades de inversión de Duke.

largo plazo del PIB y la predicción a largo plazo de la inflación; para 2004, esta tasa de crecimiento fue del 3%<sup>28</sup>.

Para ilustrar esta metodología, consideremos Rushmore Electronics, que es una empresa pequeña pero en rápido crecimiento de Portland, Oregón. La empresa salió a bolsa hace dos años, y actualmente cotiza a 24 \$ por acción con dividendos en efectivo de 2,20 \$ por acción. En los últimos 10 años, los ingresos de Rushmore han crecido a una tasa anual compuesta del 10%. Los analistas proyectan que los ingresos de la empresa crecerán a una tasa del 15% anual durante los próximos cinco años. Además, se espera que la economía crezca a una tasa del 6,5%. Sustituyendo en la Ecuación 4.12, llegamos a la siguiente expresión, donde la única incógnita es el coste de los recursos propios,  $k_e$ :

$$24,00 = \sum_{t=1}^5 \frac{2,20(1+0,14)^t}{(1+k_e)^t} + \sum_{t=6}^{10} \frac{2,20(1+0,14)^5(1+0,10)^{t-5}}{(1+k_e)^t} + \left( \frac{2,20(1+0,14)^5(1+0,10)^5(1+0,065)}{k_e - 0,065} \right) \frac{1}{(1+k_e)^{10}}$$

<sup>28</sup>Es necesario mencionar una advertencia adicional sobre el modelo de tres tasas de crecimiento de Ibbotson. Dado que muchas empresas no pagan dividendos, Ibbotson Associates los reemplaza por el flujo de caja en los dos primeros ejercicios y utiliza el beneficio por acción antes de ingresos extraordinarios en el tercer ejercicio. En el último caso, la sustitución de los ingresos por el flujo de caja refleja la asunción de que la amortización y los gastos de capital serán similares con el tiempo, de modo que el flujo de caja se hace igual a los ingresos.

**C O N S E J O S D E L  
P R O F E S I O N A L**
**Primas de riesgo de mercado implícitas  
(*ex ante*): una entrevista con Justin Petit\***

Los analistas de Wall Street estiman la prima de riesgo de los recursos propios (de ahora en adelante, ERP) de una de dos maneras. Lo habitual es estimar el ERP utilizando el diferencial medio de los rendimientos históricos de los recursos propios sobre una curva del Tesoro de EEUU. Dado que este método solo utiliza datos históricos, podemos decir que es un método *ex post*. También se estima el ERP utilizando las expectativas de los analistas profesionales sobre el desempeño futuro y el modelo de crecimiento de Gordon (véase Ecuación 4.11b), que es un método *ex ante*.

El modelo de descuento del dividendo de Gordon es un modelo de crecimiento de tasa única (véase Ecuación 4.11b) que puede reescribirse para estimar el ERP. Si aplicamos el modelo de Gordon al mercado para todos los recursos propios ordinarios y despejamos entonces la tasa de rendimiento exigida a los recursos propios y restamos el tipo de interés libre de riesgo, estimamos el ERP del siguiente modo:

$$ERP = \left( \frac{Div_{Año\ 0} (1 + g)}{Capitalización\ de\ mercado} + g \right) - k_f$$

donde  $Div_{Año\ 0}$  es el pago de dividendos anuales más reciente al mercado en su conjunto, la Capitalización de mercado es el valor de mercado total de todos los recursos propios, y  $g$  es la tasa estimada de crecimiento a largo plazo de los dividendos de todas las empresas que cotizan en la economía. Aunque la asunción de una tasa constante de crecimiento en el modelo de tasa única de Gordon es problemática para una empresa concreta, los analistas creen que es más apropiada para un mercado amplio<sup>29</sup>.

Los analistas normalmente estiman la tasa de crecimiento como el producto del rendimiento medio de los recursos propios (ROE) y la tasa de reinversión de todos los recursos propios, donde la tasa de reinversión es simplemente uno menos la fracción de los ingresos de la empresa

Al despejar  $k_e$  obtenemos una estimación del coste de los recursos propios de Rushmore de 20,38%<sup>30</sup>.

En este ejemplo hemos seguido el enfoque de Ibbotson Associates al tomar los dos primeros periodos de crecimiento de cinco años de duración y usar su recomendación para la estimación de las tasas de crecimiento de la segunda y tercera etapas. Si el analista tiene una buena razón para pensar que la duración de los periodos de crecimiento o las tasas de crecimiento deberían ser diferentes, entonces debería modificarlas.

<sup>29</sup>El modelo *ex ante* descrito aquí sigue un enfoque *top-down*, dado que se centra en la agregación de los rendimientos del mercado de recursos propios como conjunto. Un método alternativo que comentamos en el texto comienza por estimar el ERP de las acciones individuales y las agrega después hasta llegar a la estimación del ERP de todos los recursos propios. Este es el enfoque *bottom-up*.

<sup>30</sup>Este problema se resuelve fácilmente en una hoja de cálculo utilizando funciones predefinidas (por ejemplo, en Excel la función es “Buscar objetivo”).

que se distribuyen a los accionistas a través de dividendos y recompras de acciones. Este es un enfoque *ex ante* para estimar la tasas de crecimiento futuras, porque utiliza información actual del mercado para calcular la prima de riesgo del mercado esperada. Por ejemplo, un ROE del 10% y una tasa de reinversión del 65% implican una tasa de crecimiento del 6,5%. Nótese que estamos utilizando el rendimiento distribuido en lugar del dividendo, dado que, cada vez más, las empresas pagan mediante recompra de acciones en lugar de dividendos. Al margen del mecanismo utilizado, estos fondos no se reinvierten.

La siguiente tabla muestra un rango de primas de riesgo de mercado potenciales como función de las tasas de crecimiento perpetuo supuestas y los rendimientos distribuidos (*i. e.*, las ratios de distribuciones de efectivo mediante dividendos y recompra de acciones divididas entre la capitalización actual de mercado):

Prima de riesgo del mercado	Tasa nominal de crecimiento perpetuo					
	4%	5%	6%	7%	8%	
Rendimiento distribuido	1%	0,3%	1,3%	2,3%	3,3%	4,3%
	2%	1,3%	2,3%	3,3%	4,3%	5,3%
	3%	2,3%	3,3%	4,3%	5,3%	6,3%
	4%	3,3%	4,3%	5,3%	6,3%	7,3%

Los analistas suelen llegar a unas estimaciones de 4% o 5% para la prima de riesgo del mercado asumiendo tasas de crecimiento de entre 5% y 7% y rendimientos distribuidos de entre 3% y 4%. El consenso de los valores de entre 5% y 7% como estimaciones de las tasas de crecimiento (nominales) sostenibles a largo plazo es consistente con la inflación esperada de entre el 2% y el 3% y el crecimiento real del PIB de entre el 3% y el 4%.

\* Justin Petit es socio de Booz Allen Hamilton, Nueva York.

### Calcular el WACC (combinar todo): paso 3

El paso final en la estimación del WACC de una empresa consiste en calcular la media ponderada de los costes estimados de sus títulos. Para ilustrar el proceso de tres pasos para estimar el WACC, consideremos el caso de Champion Energy Corporation, que se fundó en 1987 y tiene su sede en Houston, Texas. La compañía proporciona servicios energéticos, incluidos almacenamiento, transporte interestatal y proceso de gas natural, en las regiones del suroeste de Louisiana y la costa del Golfo de Texas. A fecha 31 de diciembre de 2005, la compañía operaba aproximadamente 5.500 millas de gasoductos y siete plantas de procesamiento de gas natural.

#### Evaluar la estructura de capital de Champion

Se puede encontrar una versión condensada de los pasivos y los recursos propios de Champion en las primeras dos columnas de la Tabla 4.3.

Champion quiere reevaluar su coste de capital a la luz de sus planes de realizar una adquisición importante para expandir sus operaciones en enero, y necesita 1.250 M\$

**Tabla 4.3 Pasivos y recursos propios de Champion Energy Corporation**

Pasivos y recursos propios (miles de dólares)	31 de diciembre de 2006	
	Balance (valor en libros)	Capital invertido (valor de mercado)
Pasivo circulante		
Cuentas por pagar	150.250,00	
Efectos por pagar	—	—
Otros pasivos circulantes	37.250,00	
Total pasivo circulante	187.500,00	—
Deuda a largo (8% de interés, pagadero semestralmente, vence en 2015)	750.000,00	2.000.000,00
Total pasivo	937.500,00	2.000.000,00
Recursos propios		
Acciones ordinarias (1 \$ de paridad por acción)	400.000,00	
Capital desembolsado	1.250.000,00	
Ingresos acumulados	2.855.000,00	
Total recursos propios	4.505.000,00	8.000.000,00
Total pasivos y recursos propios	5.442.500,00	10.000.000,00

adicionales. A partir de las conversaciones mantenidas con el banquero de inversión de la empresa, la dirección de Champion ha decidido incrementar la deuda de la empresa desde el nivel actual de 750 M\$ hasta 2.000 M\$. Dadas las condiciones actuales del mercado, pueden conseguir la deuda adicional a un tipo del 8,25%. Incrementar el apalancamiento de la empresa es atractivo para la dirección, dado que el gasto por intereses compensa los ingresos gravables al tipo impositivo del 25% que paga la empresa.

El director financiero de Champion llamó a la jefa de sus analistas financieros y le pidió que hiciera una estimación inicial del WACC de la empresa, asumiendo que iba adelante con la deuda de 1.250 M\$ y que la naturaleza del riesgo operativo y de negocio de la empresa no se vería afectada por el uso de los ingresos netos. La analista comenzó por evaluar la estructura de capital de la empresa bajo la asunción de que se había tomado la nueva deuda. Dado que el efecto de la deuda en el valor de los recursos propios de la empresa era incierto, pensó que como primera aproximación se limitaría a asumir que el valor de mercado total de las acciones de la empresa no se vería afectado. Basándose en la cotización actual de 20 \$ por acción, calculó la capitalización de mercado de la empresa en 8.000 M\$.

La tercera columna a la derecha de la Tabla 4.3 contiene los resultados de la investigación de la analista con respecto a la estructura propuesta de capital de Champion de acuerdo con la nueva deuda contraída. El capital invertido de Champion es igual a 10.000 M\$, lo que incluye deuda que devenga intereses por valor de 2.000 M\$ y la capitalización de 8.000 M\$ (20 \$ por acción multiplicados por 400 millones de acciones). En

consecuencia, los pesos de la estructura de capital son 20% de deuda y 80% de recursos propios.

### Estimar los costes de la deuda y los recursos propios de Champion

Basándonos en los rendimientos al vencimiento (YTM) actuales de la nueva deuda de Champion, estimamos el coste antes de impuestos de financiar la deuda en un 8,25%. Dado que Champion disfruta de un *rating* de calidad de inversión, podemos utilizar el YTM como aproximación razonable al coste de la nueva financiación. Al ajustar el rendimiento de 8,25% al tipo impositivo de la empresa, 25%, obtenemos un coste de la deuda después de impuestos de  $6,19\% = 8,25\%(1 - 0,25)$ .

Para calcular el coste de los recursos propios, se utilizaron tres estimaciones: el CAPM, el modelo trifactorial de Fama-French y el modelo DCF de tres tasas<sup>31</sup>. Las estimaciones resultantes se muestran a continuación:

<b>Modelo de coste de los recursos propios</b>	<b>Coste estimado de los recursos propios</b>
CAPM	8,37%
Fama-French trifactorial	10,02%
DCF (tres tasas)	11,60%

La media de las tres estimaciones del coste de los recursos propios es 10,0%, y la analista decidió utilizar este valor como aproximación inicial para calcular el WACC de la empresa.

### Cálculo del WACC de Champion

El WACC de la estructura de capital propuesta para Champion se calcula como sigue:

<b>Fuente de capital</b>	<b>Peso de la estructura de capital (proporción)</b>	<b>Coste después de impuestos</b>	<b>Coste ponderado después de impuestos</b>
Deuda	20%	6,19%	0,01238
Recursos propios	80%	10,00%	0,07997
		WACC =	9,23%

Por tanto, estimamos el WACC de Champion en 9,23%, a partir de la financiación que piensa obtener y sus planes de operaciones.

### Tomar partido: estimar el coste de capital de la empresa

Nuestra exposición sobre la estimación del coste del capital comenzó con la enumeración de los tres problemas básicos que había que abordar. Durante la revisión de todos los vericuetos del proceso de estimación, es patente que los analistas han de tomar muchas decisiones que pueden tener un efecto material en la estimación del coste del capital. Recapitulamos aquí brevemente cada una de las cuestiones que hay que abordar y resumimos los procesos que nos parecen la mejor solución para cada una de ellas.

<sup>31</sup>Estas estimaciones del coste de los recursos propios representan el perfil del sector SIC 4924 (distribución de gas natural), tal como lo estimó Ibbotson Associates en su *Cost of Capital 2006 Yearbook* (datos hasta marzo de 2006).

La Figura 4.6 compila una lista de las cuestiones básicas que hemos abordado en la estimación del coste del capital hasta este momento. Los puntos más relevantes son los siguientes:

- Utilice los pesos del valor de mercado para definir la estructura de capital de una empresa e ignore la deuda que no devenga intereses en los cálculos. Si la empresa planea cambiar su equilibrio actual de deuda y recursos propios, entonces deberían utilizarse los pesos previstos en lugar de los actuales.
- Si se pretende utilizar el coste del capital para descontar flujos de caja futuros y distantes, entonces utilice el rendimiento de un bono a largo plazo en la estimación de la prima de riesgo del mercado y en el cálculo del exceso de rendimientos del mercado que participan en la estimación de la beta.
- Cuando la empresa emita deuda con calidad crediticia de inversión, utilice el rendimiento al vencimiento (YTM, estimado mediante las cotizaciones actuales del mercado y los pagos prometidos de intereses y principal) para estimar el coste de la deuda. Sin embargo, cuando la deuda de la empresa tenga calidad crediticia de especulación, el YTM de la deuda (que representa el rendimiento prometido, no el esperado) sobrestimará el coste de la financiación.
- Utilice varios métodos para estimar el coste de los recursos propios. Estamos hablando de la estimación más difícil que la empresa tendrá que realizar. Utilizar modelos de valoración de activos y de descuento de flujos de caja proporciona estimaciones independientes del coste de los recursos propios.
- Dado que el coste de capital se utiliza para descontar los flujos de caja que se recibirán en el futuro, nuestro análisis debería ser prospectivo. Esto no significa que debamos despreciar los datos históricos pero sí que los datos históricos solo resultan útiles si nos ayudan a comprender mejor el futuro. En efecto, la prima de riesgo de los recursos propios del mercado se suele estimar como la media de los rendimientos pasados, lo que implica una prima de entre el 6% y el 8%. Sin embargo, varios estudios recientes han utilizado las predicciones de los profesionales de la inversión para inferir una prima de riesgo de recursos propios y han descubierto que es muy inferior. Las estimaciones de la prima de riesgo prospectiva del mercado están en el rango del 3% al 4%.

## 4.4. RESUMEN

El coste medio ponderado del capital (WACC) de una empresa proporciona la tasa que se utiliza para descontar sus flujos de caja futuros y determina cómo es probable que sea valorada en los mercados financieros. La estimación del WACC de una empresa se compone de tres actividades fundamentales: evaluar la composición de la estructura de capital de la empresa, estimar el coste de oportunidad de cada fuente de capital y calcular una media ponderada del coste después de impuestos de cada fuente.

El WACC es ampliamente utilizado en las empresas de todo el mundo, que lo calculan para determinar si están infra o sobrevaloradas. Por tanto, el WACC de una empresa influye en cómo responderá a ofertas de adquisición y, dado que las empresas suelen ser reacias a emitir títulos infravalorados, el cálculo del WACC también puede influir en las alternativas de financiación. Por último, como comentaremos en el Capítulo 9, las empresas a menudo utilizan su WACC para evaluar hasta qué punto sus gerentes son capaces de generar una rentabilidad que exceda el coste del capital.



**Figura 4.6 Cuestiones y recomendaciones al estimar el coste del capital de una empresa**

Tema	Cuestión	Mejores prácticas
(1) Definir la estructura de capital de la empresa	¿Qué pasivos deben incluirse al definir la estructura de capital de la empresa?	Incluya solo los pasivos que tengan un coste financiero (intereses) explícitamente asociado. En concreto, excluya los pasivos que no devengan intereses, como las cuentas por pagar.
	¿Cómo deberían ponderarse las diferentes fuentes de capital?	Las ponderaciones deberían reflejar la importancia actual de las fuentes de financiación que, a su vez, se refleja en las cotizaciones actuales del mercado. Sin embargo, dado que los bonos corporativos a menudo no cotizan, y una parte importante de la deuda corporativa es privada ( <i>i. e.</i> , préstamos bancarios), que no tienen un valor observable de mercado, a menudo se utiliza el valor en libros.
(2) Elegir el tipo de interés libre de riesgo adecuado	¿Qué vencimiento es el apropiado al utilizar los títulos libres de riesgo del Gobierno?	La deuda del Gobierno de EEUU es la mejor representación de un título libre de riesgo. Sin embargo, la teoría de valoración de activos no arroja mucha luz sobre si usar títulos del Tesoro a corto, medio o largo plazo. La práctica estándar actualmente es utilizar bonos del Gobierno a largo plazo.
	(3) Estimar el coste de la financiación de la deuda	¿Cómo se estima la tasa de rendimiento esperada de la deuda con calidad crediticia de inversión?
(4) Estimar el coste de financiar los recursos propios	¿Y en el caso de la deuda con calidad crediticia de especulación?	Los ajustes para recoger el riesgo de impago y la tasa de recuperación se vuelven importantes cuando la posibilidad del impago es significativa. Los ajustes llevan a una estimación de la tasa esperada de rendimiento a los acreedores de la empresa que se basa en los flujos de caja esperados en lugar de los prometidos.
	¿Qué modelo debe utilizarse para estimar el coste de financiar los recursos propios?	Hay dos modelos muy extendidos para estimar el coste de la financiación de los recursos propios: uno se basa en la teoría de valoración de activos, y el otro en el descuento de flujos de caja. Dadas las dificultades inherentes a la estimación del coste de los recursos propios, es prudente utilizar ambos tipos de modelos en un esfuerzo por definir el rango potencial de dicho coste.
	¿Deberían utilizarse datos históricos o prospectivos como base para estimar el coste de los recursos propios ordinarios?	Los datos históricos solo son útiles al estimar el coste del capital en la medida en que informen sobre los rendimientos futuros. Por tanto, en general, la información prospectiva es más consistente con el objetivo del análisis que los datos históricos.
¿Qué valores suele tomar la prima de riesgo de los recursos propios?	Los datos históricos sugieren que la prima de riesgo de los recursos propios en la cartera del mercado ha tomado un valor medio entre 6% y 8% en los últimos 75 años. Sin embargo, hay buenas razones para pensar que esta estimación es muy elevada. De hecho, la prima de riesgo según estudios recientes se mueve en el rango de 3% a 4%. Recomendamos una prima de riesgo de recursos propios del 5% para el mercado.	

El objetivo central de este libro es describir cómo las empresas evalúan las oportunidades de inversión. En este sentido, el WACC juega un papel clave. Cuando las empresas evalúan la oportunidad de comprar otras empresas, calculan el WACC del candidato a ser adquirido. Hablaremos de esto en más detalle en el Capítulo 7. Cuando las empresas evalúan un proyecto de inversión, necesitan una tasa de descuento a la que nos referiremos como el WACC del proyecto, que será el núcleo del Capítulo 5.

## PROBLEMAS

4.1. PROCESO EN TRES PASOS PARA ESTIMAR EL WACC DE UNA EMPRESA. Compano, Inc. fue fundada en 1986 en Baytown, Texas. La empresa proporciona servicios de yacimientos petrolíferos en la región de la costa del Golfo de Texas, incluido el arrendamiento de gabarras de perforación. Su balance del año 2006 describe una empresa con unos activos de 830.541.000 \$ (según valor en libros) y un capital invertido de más de 1.334 M\$ (según valor de mercado):

	<b>31 de diciembre de 2006</b>	
	<b>Balance</b>	<b>Capital invertido</b>
<b>Pasivos y recursos propios (dólares)</b>	<b>(valor en libros)</b>	
Pasivo circulante		
Cuentas por pagar	8.250.000	
Efectos por pagar	—	—
Otros pasivos circulantes	7.266.000	
Total pasivo circulante	15.516.000	—
Deuda a largo (8,5% de interés, pagadero semestralmente, vence en 2015)	420.000.000	434.091.171
Total pasivo	435.516.000	434.091.171
Recursos propios		
Acciones ordinarias (1 \$ de paridad por acción)	40.000.000	
Capital desembolsado	100.025.000	
Ingresos acumulados	255.000.000	
Total recursos propios	395.025.000	900.000.000
Total pasivos y recursos propios	830.541.000	1.334.091.171

La dirección ejecutiva de Compano está preocupada por que se exija que sus nuevas inversiones superen un determinado umbral de coste de capital antes de que se autorice el desembolso del capital. En consecuencia, el director financiero ha encomendado un estudio del coste del capital a uno de sus analistas financieros con experiencia, Jim Tipolli. La primera acción de Jim fue contactar con el banquero de inversión de la empresa para informarse sobre los costes actuales del capital.

Jim descubrió así que aunque la deuda actual de la empresa requería un tipo de interés del 8,5% (con pagos anuales de intereses y sin pagos de principal hasta 2015), el rendimiento actual de la deuda con características similares habría bajado hasta un 8% si las empresas quisiesen financiarse hoy. Cuando preguntó por la beta de la deuda de Compano,

Jim supo que era práctica habitual asumir una beta de 0,30 para la deuda corporativa de empresas como Compano.

- a. ¿Cuál es el capital invertido total de Compano y las ponderaciones de la estructura de capital de su deuda y recursos propios?
- b. Basándonos en el tipo impositivo de Compano, de un 40%, la estructura de capital actual de la empresa y una beta desapalancada estimada de 0,90, ¿cuál es la beta apalancada de los recursos propios de Compano?
- c. Suponiendo un rendimiento a largo plazo de los bonos del Tesoro de EEUU de 5,42% y una prima de riesgo del mercado estimada en un 5%, ¿cuál debería ser la estimación de Jim en cuanto al coste de los recursos propios de Compano si utiliza el CAPM?
- d. ¿Cuál es su estimación del WACC de Compano?

4.2. CALCULAR EL YTM ESPERADO. International Tile Importers, Inc. es una empresa en rápido crecimiento que importa y comercializa baldosas de todo el mundo para la construcción de casas y edificios comerciales. La empresa ha crecido tan deprisa que su dirección está considerando la emisión de unos títulos a vencimiento a cinco años. Los títulos tendrían un principal de 1.000 \$ y pagarían un 12% de intereses cada año, y el repago del principal se haría al final del quinto año. El banquero de inversión ha accedido a ayudar a la empresa a colocar los títulos y ha estimado que se pueden vender a un precio de 800 \$ cada uno en las condiciones actuales del mercado.

- a. ¿Cuál es el YTM prometido si nos basamos en los términos sugeridos por el banquero de inversión?
- b. (Pista: refiérase al Apéndice para este análisis). La dirección de la empresa recibió la estimación anterior del YTM con consternación, puesto que era muy superior al tipo de interés del 12%, que a su vez es muy superior a los rendimientos actuales de la deuda con calidad crediticia de inversión. El banquero de inversión explicó que para una empresa pequeña como International Tile, el *rating* probablemente se situaría en la mitad de los niveles especulativos, que requieren un rendimiento muy superior para atraer a los inversores. Incluso sugirió que la empresa recalculase el YTM esperado de la deuda bajo las siguientes suposiciones: el riesgo de incumplimiento en los años 1 a 5 es del 5% anual, y la tasa de recuperación en caso de impago es de solo el 50%. ¿Cuál es el YTM esperado en estas condiciones?

4.3. CALCULAR EL YTM PROMETIDO. En 2005 Eastman Kodak Corporation (EK) tenía una deuda pendiente por un bono clásico que vencía en ocho años. Los bonos se venden actualmente a 1.081,26 \$ por bono y pagan un interés semestral basado en un cupón anual del 7,25%. Suponiendo que los bonos siguen pendientes hasta el vencimiento y que la compañía paga puntualmente todos los intereses y el principal, ¿cuál es el YTM para los titulares de los bonos?

4.4. CALCULAR EL YTM PROMETIDO. Evalúe el YTM prometido de los bonos emitidos por Ford (F) y General Motors (GM) en febrero de 2005. (Puede asumir que el interés se paga semestralmente. También puede redondear el número de periodos que se componen al semestre más próximo).

**Ford Motor Co.**

Cupón:	6,375%
Vencimiento:	01 de febrero de 2029
Rating:	Baa1/BBB-
Precio:	92,7840

**General Motors Corp.**

Cupón:	8,375%
Vencimiento:	15 de julio de 2033
Rating:	Baa2/BBB-
Precio:	106,1250

Observe que ambas emisiones tienen *ratings* similares y comente el uso del YTM que acaba de calcular como estimación del coste de la financiación de la deuda de las dos empresas.

4.5. CALCULAR EL COSTE DE LOS RECURSOS PROPIOS. Smaltz Enterprises está realizando su revisión anual del coste del capital de la empresa. Históricamente, la empresa ha confiado en el CAPM para estimar el coste de sus recursos propios. Smaltz calcula que la beta de sus recursos propios es 1,25, y el rendimiento actual de los bonos del Tesoro de EEUU a largo plazo es de 4,28%. El director financiero de la empresa y uno de los consejeros de la empresa en un banco de inversión están inmersos en un debate sobre el nivel de la prima de riesgo de los recursos propios. En el pasado, Smaltz ha utilizado un 7% para aproximar dicha prima; sin embargo, el banquero de inversión argumenta que la prima ha disminuido dramáticamente en los últimos años y es más probable que se sitúe entre un 3% y un 4%.

- Estime el coste de los recursos propios de Smaltz utilizando una prima de riesgo del mercado de 3,5%.
- La estructura de capital de Smaltz se compone de un 75% de recursos propios (de acuerdo con las cotizaciones actuales) y un 25% de deuda, sobre la cual la empresa paga un 5,125% antes de impuestos (de un 25%). ¿Cuál es el WACC de Smaltz bajo cada una de las dos asunciones sobre la prima de riesgo del mercado?

4.6. PROCESO EN TRES PASOS PARA ESTIMAR EL WACC DE UNA EMPRESA. Harriston Electronics fabrica circuitos para varias aplicaciones industriales. La empresa fue fundada en 1983 por dos ingenieros eléctricos que dejaron sus puestos en General Electric (GE) Corporation. Su balance de 2006 describe una firma con 1.184.841.000 \$ en activos (según valor en libros) y un capital invertido de aproximadamente 2.200 M\$ (según valor de mercado):

Pasivos y recursos propios (dólares)	31 de diciembre de 2006	
	Balance (valor en libros)	Capital invertido (valor de mercado)
Pasivo circulante		
Cuentas por pagar	17.550.000	
Efectos por pagar	20.000.000	20.000.000
Otros pasivos circulantes	22.266.000	
Total pasivo circulante	59.816.000	20.000.000
Deuda a largo (7,5% de interés, pagadero semestralmente, vence en 2012)	650.000.000	624.385.826
Total pasivo	709.816.000	644.385.826
Recursos propios		
Acciones ordinarias (1 \$ de paridad por acción)	20.000.000	
Capital desembolsado	200.025.000	
Ingresos acumulados	255.000.000	
Total recursos propios	475.025.000	1.560.000.000
Total pasivos y recursos propios	1.184.841.000	2.204.385.826

A la directora financiera de Harriston, Margaret L. Hines, le preocupa que se requiera de sus nuevas inversiones que superen un determinado umbral de coste del capital antes de que se autorice el desembolso de capital. En consecuencia, encomendó un estudio del coste del capital a uno de sus analistas financieros con experiencia, Jack Frist. Poco después de recibir el encargo, Jack llamó al banquero de inversión de la empresa para informarse sobre los costes actuales del capital.

Jack descubrió así que aunque la deuda actual de la empresa requería un tipo de interés del 7,5% (con pagos anuales de intereses y sin pagos de principal hasta 2012), el rendimiento actual de la deuda con características similares había subido hasta un 8,5%, de modo que el valor actual de mercado de los bonos de la empresa había caído hasta 624.385.826 \$. Además, dado que los títulos a corto plazo de la empresa fueron emitidos en los últimos 30 días, el tipo de interés del 9% de los títulos era igual al coste del crédito de los mismos títulos.

- a. ¿Cuál es el capital invertido total de Harriston y los pesos de la estructura de capital de deuda y recursos propios? (Pista: la empresa tiene algo de deuda a corto [efectos por pagar] que también devenga intereses).
- b. Asumiendo un rendimiento a largo plazo de los bonos del Tesoro de EEUU de 5,42% y una prima de riesgo del mercado del 5%, ¿cuál es el coste de los recursos propios de Harriston según el CAPM si la beta apalancada de los recursos propios de la empresa es 1,2?
- c. ¿Cuál es su estimación del WACC de Harriston? El tipo impositivo de la empresa es 35%.

4.7. DESAPALANCAR Y REAPALANCAR LAS BETAS DE LOS RECURSOS PROPIOS. En 2006 las principales aerolíneas, con la notable excepción de Southwest Airlines (LUV), continuaban en una condición financiera nefasta como consecuencia del ataque al World Trade Center de 2001.

- a. A partir de los siguientes datos de Southwest Airlines y otras tres aerolíneas (a fecha de 28 de noviembre de 2006), estime la beta desapalancada de los recursos propios de Southwest Airlines utilizando el procedimiento descrito en la Tabla 4.1. Puede asumir un tipo impositivo del 38% en sus cálculos.

Nombre de la compañía	Beta apalancada de los recursos propios	Capitalización deuda/recursos propios	Beta de la deuda asumida
American Airlines (AMR)	3,2400	205,16%	0,30
Delta Airlines (DALR.PK)	4,0500	5.663,67%	0,40
Jet Blue (JBLU)	(0,1100)	106,22%	0,30
Southwest Airlines (LUV)	(0,0100)	14,93%	0,20

- b. A partir de su estimación de la beta desapalancada de los recursos propios de Southwest Airlines, reapalanque la beta para obtener una estimación de la beta apalancada de la empresa.
- c. El sector del transporte aéreo estaba obviamente en una posición única a finales de 2006. ¿Tiene alguna preocupación particular relativa a la estimación del coste de los recursos propios de Southwest Airlines mediante el proceso aquí descrito?

#### 4.8. ESTIMAR EL COSTE DE LOS RECURSOS PROPIOS MEDIANTE EL MÉTODO FAMA-FRENCH.

Las telecomunicaciones son un sector que está sufriendo una rápida transformación, dado que el teléfono, Internet y la televisión se están aunando bajo una tecnología común. En el otoño de 2006 el analista de telecomunicaciones de HML Capital, una compañía de inversión privada, intentaba evaluar el coste de los recursos propios de dos gigantes del sector: SBC Communications (AT&T) y Verizon Communications. En concreto, quería comparar dos métodos alternativos para realizar la estimación: el CAPM y el modelo trifactorial de Fama-French. El CAPM utiliza solo una prima de riesgo para el mercado en su totalidad, mientras que el modelo de Fama-French emplea tres (una para cada uno de los tres factores). Los factores son (1) una prima de riesgo del mercado, (2) una prima de riesgo relativa al tamaño de la empresa y (3) una prima de riesgo de precio/valor en libros. Los datos de las sensibilidades a las primas de riesgo ( $b$ ,  $s$  y  $h$ ), así como el coeficiente beta del CAPM, se encuentran a continuación:

Compañía	Coeficientes de Fama-French (FF)			Beta del CAPM
	$b$	$s$	$h$	
SBC Communications (AT&T)	1,0603	-1,4998	1,0776	0,62
Verizon Communications	1,1113	-0,9541	0,639	0,79

Las primas de riesgo para cada uno de los factores de riesgo son las siguientes:

Coefficiente	Prima de riesgo
Prima de riesgo del mercado	5,00%
Prima de riesgo por tamaño	3,36%
Prima de riesgo precio/valor en libros	4,40%

- a. Si el tipo de interés libre de riesgo es de 5,02%, ¿cuál es el coste estimado de los recursos propios de las dos empresas según el CAPM?
- b. ¿Cuál es el coste estimado de los recursos propios de las dos empresas utilizando el modelo trifactorial de Fama-French? Interprete el significado de los signos (+/-) junto a los factores ( $b$ ,  $s$  y  $h$ ).

4.9. CALCULAR EL COSTE DE LA DEUDA CONVERTIBLE. (Pista: este ejercicio está basado en el Apéndice). Eastman Kodak Corporation tiene una emisión de bonos convertibles pendiente en la primavera de 2005 con un tipo de interés de 6,75% y que se vende a 1.277,20 \$ por bono. Los pagos de intereses se realizan semestralmente. Si el coste de la deuda clásica es igual al YTM de los bonos descritos en el Problema 4.3 y el coste de la nueva deuda obtenida a través de la venta de la opción de conversión es 13,5%, ¿cuál es el coste estimado de los bonos convertibles para la compañía?

4.10. YTM PROMETIDO Y ESPERADO. (Pista: este ejercicio está basado en el Apéndice). En mayo de 2005 las agencias de calificación crediticia bajaron el *rating* de la deuda de General Motors Corporation (GM) al status de bonos basura.

- a. Comente el efecto de esta bajada sobre el WACC de la compañía.
- b. Si ha estado utilizando el YTM de los bonos de la empresa como estimación del coste de la deuda y utiliza el mismo procedimiento de estimación después de la bajada de *rating*, ¿se ha vuelto su estimación más o menos fiable? Explique por qué.

## PALABRAS CLAVE

Acciones preferentes convertibles  
 Beta  
 Bonos convertibles  
 Capital invertido  
 CAPM tradicional  
 Coste de oportunidad del capital  
 Coste medio ponderado del capital (WACC)  
 Modelo de valoración de activos financieros (CAPM)  
 Modelo trifactorial Fama-French  
 Modelos factoriales  
 Prima por tamaño  
 Rendimiento al vencimiento  
 Riesgo diversificable  
 Riesgo específico  
 Riesgo no diversificable  
 Riesgo no sistemático  
 Riesgo sistemático  
 Tipo de interés libre de riesgo  
 Títulos híbridos  
 Valor de la empresa





## Extensiones y refinamientos de la estimación del WACC

Nuestro análisis del WACC en el capítulo ha tratado los aspectos básicos que se encuentran en un entorno sencillo. En esta sección abordaremos algunos problemas que surgen en el análisis del WACC de una empresa que a menudo se pasan por alto en las introducciones al tema. En concreto, hablaremos de: (1) la estimación del coste de la deuda por debajo de la calificación crediticia de inversión (es decir, la deuda de especulación), para la que el YTM prometido es a menudo muy superior al coste esperado de la deuda; (2) la estimación del coste de la deuda convertible, que es una forma híbrida de financiación que contiene elementos tanto de deuda como de recursos propios; y (3) el análisis de las fuentes de financiación fuera de balance, incluidas las sociedades instrumentales.

### Estimar el coste esperado de la financiación con deuda por debajo de la calidad crediticia de inversión

Hemos mencionado anteriormente en este capítulo que el YTM prometido (calculado utilizando los pagos prometidos de principal e intereses) sobrevalora el coste de la deuda de la empresa si la deuda está por debajo de la calidad crediticia de inversión. Para comprender por qué esto es así, consideremos cómo se calcula el YTM declarado de un bono. El YTM, como se suele definir, es simplemente la tasa interna de rentabilidad obtenida al comprar un bono a su precio actual de mercado, asumiendo que recibimos todos los pagos de intereses y principal prometidos durante la vida del bono. Dado que este cálculo utiliza los pagos prometidos, y no los esperados (que permiten incorporar la perspectiva del impago y de una recuperación inferior al 100% del valor nominal del bono), este cómputo produce una estimación del YTM prometido de la deuda<sup>32</sup>, no del YTM esperado.

Calculamos el YTM prometido despejando la tasa de descuento,  $Y_{Prometido}$ , que satisface la siguiente ecuación de descuento de flujos de caja:

$$\text{Precio del bono hoy} = 1.000\$ = \frac{\text{Principal e intereses prometidos en un año}}{(1 + Y_{Prometido})^1} = \frac{1.100\$}{(1 + Y_{Prometido})^1}$$

El  $Y_{Prometido}$  es 10% en este caso. Este YTM prometido es igual al rendimiento esperado del inversor solo cuando el pago prometido de 1.100 \$ se hace efectivo. En otras palabras,

<sup>32</sup>En el Capítulo 2 utilizamos el término “flujos de caja deseados” como optimistas, en contraste con los flujos de caja esperados. En esencia los pagos de principal e intereses de los bonos que tienen riesgo (*i. e.*, que tienen un riesgo de impago no despreciable) son los flujos de caja “deseados” del tenedor del bono. Por tanto, el término “flujo de caja prometido” es sinónimo de “flujo de caja deseado”.

el  $Y_{Prometido}$  es la tasa de rentabilidad esperada del inversor (y por tanto el coste de la deuda de la empresa) solo cuando no hay riesgo de impago.

Cuando la deuda de una empresa está sujeta al riesgo de impago, el YTM prometido sobrestima el YTM esperado. Para ver cómo la perspectiva del impago marca una diferencia entre los YTM prometidos y esperados, consideremos el caso sencillo de un bono que vence en un año y paga al titular el valor nominal de 1.000 \$ del bono más 100 \$ de intereses. El bono con riesgo tiene un precio actual de 800 \$ y promete pagar al titular 1.100 \$ de principal e intereses en un año. Calculamos el YTM prometido despejando la tasa de descuento,  $Y_{Prometido}$ , que satisface la siguiente ecuación de descuento de flujos de caja:

$$\text{Precio del bono hoy} = 800\$ = \frac{\text{Principal e intereses prometidos en un año}}{(1 + Y_{Prometido})^1} = \frac{1.100\$}{(1 + Y_{Prometido})^1}$$

Al despejar el YTM prometido, obtenemos un 37,5%.

Ahora supongamos que la probabilidad de impago del emisor del bono es del 20% (i. e., hay una probabilidad del 80% de que el titular del bono reciba los 1.100 \$ íntegros). Por otra parte, en el evento de impago el titular recibirá el 60% de los 1.100 \$ prometidos, es decir, 660 \$. El flujo de caja esperado es entonces  $(0,80 \times 1.100 \$) + (0,20 \times 660 \$) = 1,012 \$$ . Ahora podemos calcular el YTM esperado utilizando este flujo de caja esperado del siguiente modo:

$$\text{Precio del bono hoy} = 800\$ = \frac{\text{Pagos esperados del bono en un año}}{(1 + Y_{Esperado})^1} = \frac{1.012\$}{(1 + Y_{Esperado})^1}$$

La estimación de  $Y_{Esperado}$  es de solo 26,5%. Esto representa el coste esperado de la deuda de la empresa, no el YTM prometido de 37,5% que calculamos más arriba. La diferencia entre el YTM prometido y esperado en este ejemplo es bastante grande, porque la probabilidad de impago es muy elevada y la tasa de recuperación es del 60%.

#### Tasas de impago, tasas de recuperación y rendimientos de la deuda corporativa

Para determinar el rendimiento de un instrumento de deuda, es necesario estimar tanto la tasa de impago como la tasa de recuperación. Moody's Investors Service proporciona datos históricos sobre ambas tasas, así como previsiones de tasas futuras.

Por ejemplo, la Tabla 4A.1 resume las tasas de impago acumuladas de bonos corporativos durante el periodo 1983-2000. Observe que hay una diferencia dramática entre el riesgo de impago de los bonos de calidad crediticia de inversión y de especulación. De hecho, el riesgo de impago acumulado de los bonos de inversión es inferior al 2% incluso después de 10 años, mientras que la misma tasa supera el 30% en el caso de los bonos especulativos.

El punto clave de la Tabla 4A.1 es el siguiente: las empresas que emiten deuda con calidad de inversión tienen un riesgo de impago tan bajo que la diferencia entre los rendimientos prometidos y esperados es insignificante en la práctica. Sin embargo, el impago de los emisores de deuda de especulación es mucho más probable, y tiene un efecto significativo en el coste de la deuda.

¿Qué hay de las tasas de recuperación en caso de impago? Las estimaciones de las tasas de recuperación esperadas (como las tasas de impago esperadas) se basan en la

**Tabla 4A.1 Tasas de impago acumuladas de 1 a 10 años, periodo 1983-2000**

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Calidad de inversión	0,05%	0,17%	0,35%	0,60%	0,84%	1,08%	1,28%	1,47%	1,62%	1,73%
Calidad de especulación	3,69%	8,39%	12,87%	16,80%	20,39%	23,61%	26,44%	29,04%	31,22%	32,89%

Fuente: Moody's Investors Service, *Default and Recovery Rates of Corporate Bond Issuers: 2000*, Global Credit Research, Figura 42, p. 47.

experiencia histórica, y Moody's también guarda registro de las tasas de recuperación. Moody's aproxima la tasa de recuperación mediante el ratio del precio de mercado sobre el valor de paridad del bono un mes después del impago. La tasa de recuperación media en 2000 fue del 28,8% sobre par, una tasa que bajó desde el 39,7% del año anterior y de la media desde 1970, de un 42%<sup>33</sup>.

El hecho de que las tasas de recuperación están inversamente correlacionadas con las tasas de impago complica el proceso de predicción. Dicho simplemente, las tasas de impago elevadas están frecuentemente asociadas con bajas tasas de recuperación. Sin embargo, a nuestros efectos en los ejemplos siguientes, asumiremos una tasa de recuperación constante.

#### Estimar el YTM esperado de un bono a largo plazo

Para ilustrar cómo podríamos estimar el YTM esperado de un bono con riesgo de impago, considere el ejemplo de la Tabla 4A.2. El bono tiene un vencimiento de 10 años, un cupón del 14% y un principal de 1.000 \$. Este bono, que tiene un precio actual de 829,41 \$, tiene un YTM prometido de 17,76%, que por supuesto es sustancialmente superior al YTM esperado de 12,54 %, que tiene en cuenta la probabilidad de impago y una tasa de recuperación inferior al 100%<sup>34</sup>.

Para tener en cuenta la probabilidad de impago, listamos en las columnas los flujos de caja que el titular del bono recibe en caso de que impague al final de cada año, hasta 10 años. La probabilidad de impago en cada uno de estos escenarios de impago se encuentra en las columnas de los años<sup>35</sup>. Además, asumimos que la tasa de recuperación en caso de impago es del 50%, independientemente del año en que ocurra el impago. Esto significa que en caso de impago el flujo de caja para el titular del bono es 570 \$ (*i. e.*, el producto de los 1.140 \$ de principal más intereses prometidos multiplicados por la tasa de recuperación estimada del 50%).

<sup>33</sup>D. Hamilton, G. Gupton y A. Berthault, *Default and Recovery Rates of Corporate Bonds Issuers: 2000*, Moody's Investors Service Global Credit Research (febrero de 2001), pág. 3.

<sup>34</sup>El YTM prometido de 17,76% es consistente con el diferencial de 12,75% sobre el YTM en los bonos del Tesoro a 10 años (YTM de 5,02%) para los bonos Caa/CCC de la Figura 4.3.

<sup>35</sup>La probabilidad de impago es igual al porcentaje incremental de deuda especulativa que impaga cada año, como se muestra en la Tabla 4A.1.

**Tabla 4A.2 Estimar el coste esperado de la deuda de un bono a largo plazo (calificado como Caa/CCC)**

		Flujos de caja del impago										Flujo de caja prometido	
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10		
Cupón	14%	Rating del bono Caa/CCC											
Principal	1.000,00 \$	Rendimiento del bono del Tesoro a 10 años = 5,02%											
Precio	829,41 \$												
Vencimiento	10 años												
Tasa de recuperación	50%												
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
		0	(829,41)	(829,41)	(829,41)	(829,41)	(829,41)	(829,41)	(829,41)	(829,41)	(829,41)	(829,41)	(829,41)
		1	570,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
		2		570,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
		3			570,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
		4				570,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
		5					570,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
		6						570,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
		7							570,00	140,00	140,00	140,00	140,00
		8								570,00	140,00	140,00	140,00
		9									570,00	140,00	140,00
		10										570,00	1.140,00
YTM esperado si el impago ocurre este año		-31,28%	-8,23%	0,98%	5,85%	8,80%	10,76%	12,12%	13,12%	13,87%	14,44%	14,44%	17,76%
Probabilidad de impago cada año		3,69%	4,70%	4,48%	3,93%	3,59%	3,22%	2,83%	2,60%	2,18%	1,67%	1,67%	67,11%
YTM ponderado = E(YTM) × Probabilidad de impago		-1,15%	-0,39%	0,04%	0,23%	0,32%	0,35%	0,34%	0,34%	0,30%	0,24%	0,24%	11,92%
YTM medio basado en los flujos de caja esperados		<b>12,54%</b>											<b>YTM prometido</b>

Estimar el YTM esperado del bono a 10 años es un proceso en dos pasos. El primer paso consiste en estimar el YTM de los flujos de caja en cada escenario. Por ejemplo, si el bono impagase en el primer año tras su emisión, entonces el titular habría recibido un rendimiento un año después de solo 570 \$ (el 50% del principal y los intereses prometidos), lo que resultaría en una tasa de rendimiento o YTM de -31,28% sobre la inversión de 829,41\$.

Una vez calculados los YTM para todos los años en que el impago podría ocurrir (*i. e.*, los escenarios de impago), podemos combinarlos para determinar el YTM esperado del bono. Consideramos un total de 11 escenarios de impago diferentes, correspondientes al impago en los años 1 a 10 más el escenario en que no se produce un impago. El YTM esperado del bono es igual a la media ponderada de estos rendimientos posibles, donde las ponderaciones son iguales a la probabilidad de impago de cada año más la probabilidad de no impago. El YTM resultante de este bono es 12,54%, que es sustancialmente inferior al YTM prometido de 17,76%.

En nuestro ejemplo asumimos una tasa de recuperación del 50%. No obstante, dijimos antes que las tasas de recuperación medias han estado cayendo y ahora se sitúan aproximadamente en un 30%. A esta baja tasa de recuperación, el YTM esperado es solo 9,13%. En consecuencia, menores tasas de recuperación resultan en una diferencia todavía más dramática entre los YTM prometidos y esperados.

## Estimar el coste de fuentes híbridas de financiación: bonos convertibles

Las empresas a menudo emiten los llamados **títulos híbridos**, que tienen los atributos de la deuda y de las acciones ordinarias, o de las acciones preferentes y las acciones ordinarias. Por ejemplo, los bonos convertibles y las acciones preferentes convertibles representan un tipo muy importante de títulos híbridos que dan al titular la opción de intercambiar, a su discreción, el bono o la acción preferente por un número predeterminado de acciones ordinarias. Aunque estos títulos no son las fuentes principales de capital de las compañías de calidad crediticia de inversión, proporcionan una fuente importante de financiación para muchas compañías emergentes de alta tecnología y otras empresas pequeñas.

El valor de un título convertible puede verse como el valor del bono o la acción preferente más el valor de la característica de conversión, que es técnicamente una opción *call*<sup>36</sup>. Para ilustrar esto, consideremos el caso de un bono convertible cuyo valor viene definido por la Ecuación 4A.1:

$$\text{Valor del bono convertible} = \text{Valor del bono clásico} + \text{Valor de la opción call} \quad (4A.1)$$

Esta fuente dual de valor significa que el coste de financiarse emitiendo convertibles es función tanto del título subyacente (el bono o la acción preferente) como de la opción *call*. En consecuencia, el coste del capital obtenido al emitir bonos convertibles puede entenderse como una media ponderada del coste de emitir bonos clásicos y el coste de la característica de conversión (opción *call*), donde las ponderaciones son iguales a las contribuciones relativas de los dos componentes del valor del título.

<sup>36</sup>Hablaremos de las opciones y su valoración en cierto detalle a partir del Capítulo 10. Sin embargo, por ahora es suficiente comprender lo que significa una opción.

Para ilustrar cómo podríamos enfocar la estimación del coste de este tipo de financiación, consideremos la deuda convertible emitida por Computer Associates (CA) que vence el 15 de marzo de 2007. Los bonos se vendieron a 1.066,19 \$ el 3 de febrero de 2005, y pagaban un cupón semestral basado en un tipo de interés anual del 5%. Cada bono podía convertirse en 41,0846 acciones ordinarias de Computer Associates a partir del 21 de marzo de 2005. La emisión de bonos convertibles, como todos los bonos de la empresa, recibió el *rating* de BB+ por parte de Standard&Poor's.

Antes de describir cómo determinar el coste del capital apropiado para este título convertible, observamos que el YTM prometido del bono, suponiendo que no se convierta, es de solo 1,61%. También deberíamos observar que el rendimiento prometido de la deuda clásica de la empresa es 4,25%. Claramente, el rendimiento esperado del título convertible excede el rendimiento de la deuda clásica, ¿pero por cuánto?

Para estimar el coste de financiación de Computer Associates mediante la emisión convertible, calculamos la media ponderada del coste de la deuda clásica y del coste de obtener capital a través de la venta de la opción *call* asociada. Estimamos la tasa de rendimiento de los bonos convertibles utilizando un procedimiento en tres pasos:

**Paso 1:** Estimar los valores de los componentes de la emisión de bonos convertibles: deuda clásica y opción *call* de conversión. Los bonos convertibles de Computer Associates se vendieron a 1.066,19 \$ a la fecha de nuestro análisis, así que si valoramos el componente de deuda clásica, podemos calcular el valor que el mercado está asignando al componente de opción *call*.

Para valorar el componente de deuda clásica, necesitamos una estimación del YTM del mercado de la deuda clásica que Computer Associates podría emitir hoy. La empresa tiene una emisión de deuda clásica con un vencimiento similar a la de los convertibles. El bono clásico proporciona a sus titulares un YTM basado en el mercado de 4,25%. En consecuencia, el componente de bono clásico de la emisión convertible puede valorarse descontando los pagos de intereses y principal utilizando un 4,25%:

$$\begin{aligned} \text{Valor del bono clásico} &= \frac{25\$}{(1 + 0,0425 / 2)^1} + \frac{25\$}{(1 + 0,0425 / 2)^2} + \frac{25\$}{(1 + 0,0425 / 2)^3} \\ &+ \frac{25\$ + 1.000\$}{(1 + 0,0425 / 2)^4} = 1.014,24\$ \end{aligned}$$

El valor de la opción *call* es por tanto 51,95 \$ = 1.066,19 – 1.014,24 \$.

**Paso 2:** Estimar los costes de los componentes de la deuda clásica y la opción de la emisión de bonos convertibles. Ya hemos estimado el coste de la deuda clásica de Computer Associates utilizando el YTM de bonos con *rating* similar emitidos por la empresa que tienen un vencimiento parecido (*i. e.*, 4,25%)<sup>37</sup>. Sin embargo, estimar el coste de la característica de conversión (*i. e.*, el componente de la opción *call* de conversión) es más difícil y requiere un mayor conocimiento de las opciones *call*, que expondremos en el Capítulo 11. Dado que las opciones *call* pueden contemplarse como una versión

<sup>37</sup>Técnicamente, el YTM de 4,25% de la deuda clásica de Computer Associates es el rendimiento prometido; este rendimiento sobrestima el coste esperado de la financiación de la deuda, como comentamos anteriormente.

apalancada de las acciones ordinarias de la empresa, sabemos que el coste del capital asociado al componente de la opción del convertible excede el coste de las acciones ordinarias de la empresa emisora. En este ejemplo asumiremos que el coste del capital del componente de la opción es de un 20%.

**Paso 3:** Calcular el coste de la deuda convertible. Aquí simplemente calculamos la media ponderada de la deuda y los recursos propios obtenidos mediante la característica de conversión. Los pesos asociados a cada fuente de financiación reflejan la importancia relativa (el valor de mercado) de cada una:

	Valor (\$)	% del valor
Bono clásico	1.014,24 \$	95,1%
Opción de conversión	51,95 \$	4,9%
Precio actual del bono	1.066,19 \$	100,0%

Suponiendo que la opción de conversión tiene una tasa de rendimiento exigida del 20%, y utilizando el coste de la deuda clásica del 4,25%, estimamos el coste de la deuda convertible como sigue:

	Fración del valor del bono	Coste del capital	Producto
Bono clásico	0,9513	4,25%	0,0404
Opción de conversión	0,0487	20,00%	0,0097
Coste del capital de los bonos convertibles =			<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5,01%</span>

Por tanto, estimamos que el coste de obtener capital mediante bonos convertibles es aproximadamente del 5%, que es mayor que el coste de emitir deuda pero menor que el coste de emitir recursos propios. Esto tiene sentido, puesto que los convertibles tienen menos riesgo que los recursos propios pero más que la deuda clásica.

## Financiación fuera de balance y WACC

Como consecuencia de los escándalos financieros de alto nivel de la última década, los analistas se han vuelto dolorosamente conscientes de la importancia de las fuentes de financiación fuera de balance; esto es, las fuentes de financiación que no se cuentan entre los pasivos de la empresa pero son, no obstante, pasivos muy reales. Aquí hablaremos de las sociedades instrumentales.

### Sociedades instrumentales

El acrónimo SPE, que denota los términos *special purpose entity* (sociedad instrumental), se ha vuelto sinónimo de las malas prácticas que llevaron al colapso de Enron Corp. Desafortunadamente, el uso de las SPE por parte de Enron ha empañado la reputación de un concepto muy valioso que ha sido extremadamente valorado en muchos sectores. En concreto, una SPE es una entidad creada por una firma patrocinadora para llevar a cabo

un propósito, actividad o serie de transacciones concretas que están directamente relacionadas con su propósito específico<sup>38</sup>.

La cuestión que queremos comentar surge del hecho de que muchas SPE no consolidan con los estados financieros de la empresa y, en consecuencia, sus activos y estructuras financieras están fuera de balance. ¿Deberían incorporarse las estructuras de capital de las SPE fuera de balance en la estimación del WACC de la empresa? En el caso de Enron, varias de las SPE no cumplían la normativa para quedar fuera de balance, así que la respuesta a la pregunta anterior es obviamente sí. Sin embargo, cuando las SPE son sociedades verdaderamente separadas (el término técnico es “de quiebra independiente”), entonces sus pasivos no alcanzan a la empresa matriz y en consecuencia no son relevantes para el cálculo del WACC de la empresa.

---

<sup>38</sup>Esta exposición se basa en Cheryl de Mesa Graziano, “Special Purpose Entities: Understanding the Guidelines”, *Issues Alert, Financial Executives International*



# Estimar las tasas de rentabilidad exigidas a los proyectos

## Presentación del capítulo

El método más extendido para identificar la tasa de descuento de las nuevas inversiones es el WACC de la empresa. No obstante, este enfoque tiene algunos inconvenientes bastante severos cuando la empresa invierte en proyectos con características de riesgo muy variables. En este capítulo describiremos dos métodos para adaptar la tasa de descuento a los atributos específicos del proyecto. Comenzamos por considerar el WACC divisional. El enfoque del WACC divisional consiste en estimar un coste del capital diferente para cada una de las divisiones operativas de la empresa, utilizando una extensión natural del enfoque del WACC expuesto en el Capítulo 4. El WACC específico del proyecto es el enfoque final que consideraremos para identificar la tasa de descuento de las nuevas inversiones, se centra en los atributos de riesgo y los componentes de financiación específicos de cada proyecto por separado. Consideraremos dos variantes del WACC específico del proyecto: (1) los proyectos que se benefician de financiación sin posibilidad de recurso, y (2) los proyectos cuyos fondos provienen de la financiación corporativa general.

Aunque está respaldado por la teoría, permitir a los gerentes adaptar el coste del capital a su división o a las especificidades de un proyecto concreto tiene su precio. Otorgar a los gerentes la potestad de elegir la tasa de descuento les proporciona la oportunidad de abusar de esta potestad para facilitar la aprobación de sus proyectos favoritos. En consecuencia, en un esfuerzo por contener este problema de incentivos, muchas empresas niegan esta potestad a sus gerentes y utilizan la misma tasa de descuento para todos los proyectos (por ejemplo, el WACC de la empresa), mientras que otras conceden una potestad limitada (por ejemplo, en la forma de un WACC divisional).

Cerramos el capítulo con una reflexión sobre el concepto de tasa mínima de rentabilidad. Algunas empresas exigen que sus inversiones tengan una tasa interna de rentabilidad esperada que exceda una tasa mínima mayor que el WACC de la empresa.

## 5.1. INTRODUCCIÓN

En el Capítulo 4 introducimos el concepto del coste del capital de una empresa (*i. e.*, el coste medio ponderado del capital, o WACC). El WACC de la empresa es un factor determinante clave del valor de la empresa, como veremos en el Capítulo 7, pero también se utiliza ampliamente como elemento crucial en la evaluación del desempeño de la empresa, como expondremos en el Capítulo 8. Además, el WACC de una empresa a menudo se usa como punto de partida para identificar las tasas de descuento necesarias para evaluar las nuevas inversiones de la empresa. En el presente capítulo nuestra atención se centrará en estos proyectos de inversión.

Las tasas de descuento que las empresas utilizan para evaluar los proyectos de inversión no son necesariamente iguales a su WACC. La mayor parte de las empresas se enfrentan a una diversidad de oportunidades de inversión, y si estas oportunidades tienen diferentes riesgos y pueden ser financiadas de modos diversos, tiene sentido que puedan ser evaluadas con tasas de descuento distintas. En concreto, los proyectos de inversión que tienen menos riesgo e incrementan la capacidad de la empresa de obtener pasivo deberían requerir una tasa de descuento menor. En este capítulo describimos de qué modo pueden las empresas determinar cuáles deberían ser las distintas tasas de descuento.

Antes de continuar, deberíamos señalar que una política de evaluación de inversiones que permita a los gerentes utilizar tasas de descuento diferentes para las distintas oportunidades de inversión no es necesariamente fácil de implementar. Supone dificultades técnicas, así como cuestiones políticas dentro de la organización que pueden llegar a hacer que los beneficios de utilizar tasas de descuento distintas no compensen los inconvenientes. Quizá a causa de estas dificultades, más del 50% de las empresas encuestadas en un estudio de 2001 utilizaban una tasa de descuento única para toda la compañía al evaluar todas las propuestas de inversión<sup>1</sup>. Sin embargo, hay beneficios sustanciales asociados a la utilización de tasas de descuento diferentes para proyectos con riesgos distintos y, como mostramos en este capítulo, las dificultades técnicas se pueden superar. Aunque no somos expertos en la política de las organizaciones, creemos que las empresas bien gestionadas son capaces de solventar las cuestiones políticas una vez son conscientes de ellas.

Este capítulo está organizado como sigue: la Sección 5.2 describe cómo afrontar las diferencias entre los costes del capital de un proyecto y de la empresa cuando se evalúan nuevas propuestas de inversión. La Sección 5.3 explica dos métodos de estimar tasas de descuento que se adaptan, en diferente medida, a los riesgos específicos de los proyectos evaluados y que también minimizan los problemas de estimación y las dificultades administrativas propias del uso de múltiples tasas de descuento. Estos métodos son el WACC divisional y el WACC específico del proyecto. La Sección 5.4 habla de las tasas mínimas y del coste del capital. Por último, la Sección 5.5 contiene un resumen del capítulo.

## 5.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE MÚLTIPLES COSTES DEL CAPITAL AJUSTADOS AL RIESGO

La decisión de utilizar una única tasa de descuento para toda la compañía, frente a una estimación más afinada que se adapte específicamente a los riesgos del proyecto que se

---

<sup>1</sup>John Graham y Campbell Harvey, 2001, "The Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence from the Field", *Journal of Financial Economics* 60, 187-243.

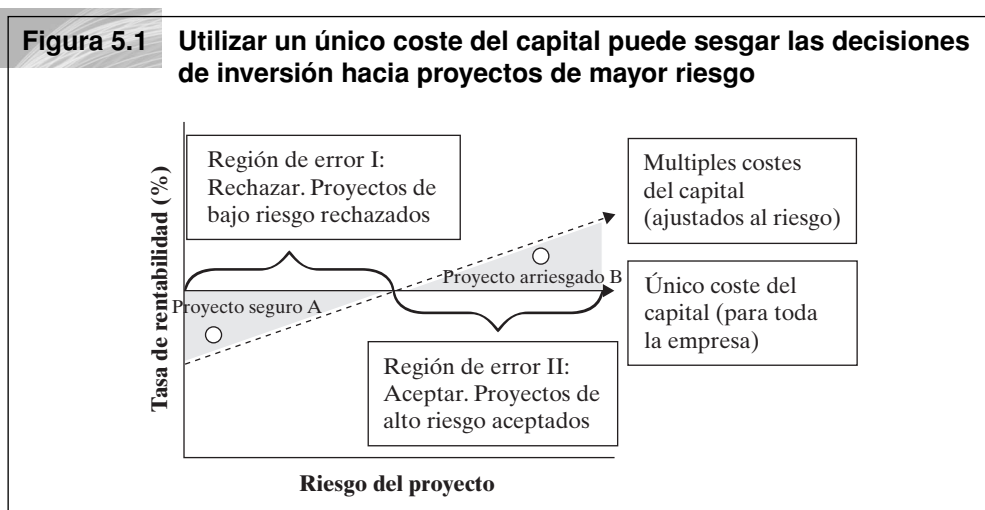
valore, es en última instancia una cuestión del juicio de la dirección. Cada enfoque tiene sus beneficios y sus perjuicios y, como ahora expondremos, estos varían de una empresa a otra.

## La lógica de utilizar tasas de descuento múltiples

La teoría financiera es muy explícita en cuanto a la tasa de descuento a la que se deberían descontar los flujos de caja de los proyectos de inversión. La tasa de descuento apropiada debería reflejar el coste de oportunidad del capital, que a su vez refleja el riesgo de la inversión. La lógica de este enfoque es intuitiva cuando se contempla el coste de oportunidad apropiado como las tasas de rentabilidad esperadas de las acciones y los bonos que cotizan en el mercado. Por tanto, las inversiones con menos riesgo, cuyos flujos de caja se asemejan a los de una cartera de bonos, tendrán un coste de oportunidad del capital inferior al de inversiones con más riesgo, cuyos flujos de caja se parecen a los de una cartera de acciones.

La Figura 5.1 ilustra que cuando se utiliza una tasa única de descuento (el WACC de la empresa), la empresa tiende a emprender proyectos de inversión con riesgos relativamente más altos (proyecto B), que parecen atractivos porque generan tasas internas de rentabilidad que superan el WACC de la empresa. De forma similar, la empresa tenderá a despreciar los proyectos de inversión que son relativamente seguros (proyecto A), pero que generan TIR inferiores al WACC de la empresa. *Ceteris paribus*, este sesgo a favor de los proyectos de mayor riesgo elevará el riesgo de la empresa con el tiempo.

Convenza a su jefe escéptico: los proyectos de bajo riesgo pueden ser buenas inversiones. Para ilustrar las ventajas de utilizar tasas de descuento múltiples, considere la situación que afrontaría una compañía hipotética de manufactura de alta tecnología, Huson Packer, Inc., o HPI, que genera la mayor parte de sus ingresos a partir de productos tecnológicos con tasas de rentabilidad relativamente elevadas. Este es un negocio arriesgado y, como tal, la empresa está financiada solo con recursos propios, con un coste de los recursos propios y un coste del capital de la compañía de un 12%. Algunos de los ingenieros de la



empresa han diseñado una nueva tecnología láser y han propuesto que la empresa invierta 300 M\$ en lanzar una línea de impresoras láser para comercializar esta tecnología. Basándose en un análisis similar al descrito en los Capítulos 2 y 3, los ingenieros estiman que la inversión generará una TIR esperada del 10,5%. Aunque la rentabilidad esperada es inferior al WACC de la empresa, de un 12%, debería observarse que el proyecto también tiene menos riesgo que el negocio principal de la empresa. En concreto, la beta del negocio de las impresoras es de solo 0,80, mientras que la beta del negocio principal de HPI es 1,40.

Después de revisar la propuesta, el director financiero de HPI respondió: “no puedo entender qué sentido tiene emprender una inversión que genera una rentabilidad del 10,5% cuando nuestros accionistas esperan una rentabilidad del 12%”. ¿Cómo convencería a su jefe escéptico de que la inversión tiene sentido? Como explicamos más abajo, para comprender cómo una inversión que rinde un 10,5% tiene sentido para una empresa con un WACC del 12%, tenemos que entender la distinción entre el coste marginal del capital y el coste medio del capital.

Supongamos que el rendimiento esperado de la cartera del mercado es del 10% y que el tipo libre de riesgo es del 5%, así que la prima de riesgo del mercado es  $10\% - 5\% = 5\%$ . Bajo estas condiciones, HPI estima el coste de sus recursos propios mediante el CAPM en un 12% (*i. e.*,  $5\% + 1,4 \times 5\%$ ). Ahora supongamos que el negocio de las impresoras llega a constituir el 20% del valor de HPI si la inversión se aprueba. En tal caso, la nueva beta de HPI será la media ponderada de las betas del negocio de las impresoras y de su negocio principal, que constituirá el 80% del valor de la nueva compañía. En consecuencia, la beta de HPI tras invertir en las impresoras bajará a 1,28 (*i. e.*,  $0,80 \times 1,40 + 0,20 \times 0,80 = 1,28$ ), y con esta beta más baja, la tasa de rentabilidad que HPI exige a sus recursos propios (y el WACC, dado que se asume que la empresa se financia solo con recursos propios) bajará a  $5\% + 1,28 \times 5\% = 11,4\%$ . (Véase el recuadro de Consejos técnicos sobre betas de la cartera).

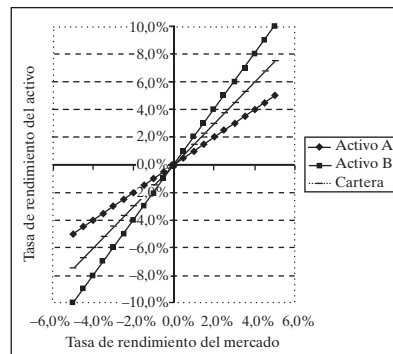
Una forma de evaluar si la inversión en las impresoras tiene sentido es preguntarse si HPI, incluido el negocio de las impresoras, genera una tasa de rendimiento que supera la rentabilidad del 11,4%, que será el coste del capital de la empresa si entra en el nuevo negocio. Para calcular si este es en efecto el caso, combinamos la tasa de rendimiento del 10,5% esperada del negocio de las impresoras (que se basaba en el coste de entrar en el negocio) con la tasa de rendimiento esperada del negocio principal de la empresa (que es el 12%, de acuerdo con su valor de mercado actual). Con la incorporación del nuevo proyecto, la empresa generará un rendimiento esperado de  $0,80 \times 12\% + 0,20 \times 10,5\% = 11,7\%$ , que supera la tasa de rentabilidad exigida del 11,4%. Esto implica que la incorporación del negocio de las impresoras hará que la cotización de HPI se incremente lo suficiente para disminuir su tasa de rentabilidad esperada hasta el 11,4%. En otras palabras, el negocio de las impresoras es una inversión que genera valor.

En la práctica, valorar un proyecto de inversión calculando el WACC de la empresa con y sin el proyecto evaluado sería muy tedioso. Afortunadamente, no es necesario. Se puede llegar exactamente a la misma conclusión evaluando el proyecto aislado utilizando una tasa de descuento que refleje la beta del proyecto de 0,80. En concreto, deberíamos evaluar el proyecto descontando sus flujos de caja esperados a una tasa estimada utilizando el CAPM, donde el tipo libre de riesgo y la prima de riesgo del mercado son ambos iguales al 5%, esto es,  $5\% + 0,8 \times 5\% = 9\%$ .

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Beta de la cartera

La rentabilidad de una cartera es simplemente la media ponderada (que refleja los importes relativos de la inversión) de las tasas de rendimiento de los activos de la cartera por separado. Resulta que el riesgo de una cartera, medido por su beta, también es la media ponderada de los activos de la cartera. Considere una cartera sencilla de dos activos A y B, donde cada activo constituye el 50% del valor de la cartera. El activo A tiene una beta de 1,00 y el activo B tiene una beta de 2,00. La siguiente figura ilustra cómo la tasa de rendimiento que se espera que genere cada activo varía cuando el mercado arroja tasas de rendimiento que se mueven entre -5% y 5%. Nótese que el rendimiento de la cartera es más volátil que el activo A pero menos que el activo B, *i. e.*, la beta de la cartera es  $1,5 = 0,5 \times 2 + 0,5 \times 1$ .



Debería observarse que el ejemplo anterior es relativamente inmediato, porque se asume que tanto HPI como el proyecto de las impresoras están financiados solo con recursos propios. Dado que la financiación mediante deuda, gracias a los beneficios fiscales, es una fuente de capital menos cara, también se debe tener en cuenta en qué medida el proyecto contribuye a la capacidad de obtener financiación ajena. Como ilustra el resto del capítulo, la consideración de la financiación mediante deuda definitivamente enmaraña un tanto el análisis.

### Las ventajas de usar una tasa de descuento única

A pesar de los beneficios antes mencionados de utilizar múltiples tasas de descuento que reflejen más fielmente el riesgo del proyecto, cerca de 6 de cada 10 empresas emplean una única tasa de descuento para toda la compañía para evaluar todos sus proyectos de inversión. Una razón para ello es que muchas empresas operan en un abanico muy estrecho de actividades, y una única tasa de descuento les basta. Una segunda razón es que utilizar varias tasas de descuento es complejo, y hasta hace poco, los beneficios de usar tasas distintas para proyectos de inversión diferentes no estaban del todo claros. Por último, como expon-dremos más detalle, el uso de tasas de descuento múltiples supone un coste administrativo

que puede surgir cuando determinados gerentes excesivamente optimistas u oportunistas tienen demasiadas atribuciones para determinar los parámetros clave que determinan la valoración de la inversión que se está considerando.

El último problema surge del hecho de que los gerentes reciben un incentivo cuando sus proyectos son aprobados, y por tanto se benefician personalmente. Esto puede, a su vez, alentarlos a inflar las proyecciones de los flujos de caja y negociar tasas de descuento más bajas para sus proyectos favoritos. El incentivo para inflar las proyecciones de los flujos de caja queda en cierto modo mitigado por el hecho de que los flujos de caja efectivos del proyecto pueden luego compararse con las proyecciones. Por el contrario, no es posible realizar una evaluación *ex post* que determine si se utilizó la tasa de descuento apropiada cuando se evaluó el proyecto. Por tanto, hay un incentivo mayor para que los gerentes subestimen el riesgo (y en consecuencia el coste del capital) que para que sobrestimen los flujos de caja de los proyectos que proponen.

### Costes de influencia

Para comprender mejor los costes potenciales asociados con la utilización de tasas de descuento múltiples, es útil describir lo que los economistas denominan **costes de influencia**. (Véase el recuadro de Consejos de comportamiento sobre los costes de influencia y la discrecionalidad gerencial). Estos costes añadidos incluyen el tiempo y esfuerzo extra que el defensor de un proyecto gasta intentando justificar una tasa de descuento menor, así como el tiempo empleado por los gerentes encargados de evaluar el proyecto, que tienen que calibrar la magnitud del sesgo.

Para comprender los problemas que plantean los costes de influencia, considere los incentivos de un gerente responsable de desarrollar nuevas oportunidades de inversión en Bolivia. Dado que el gerente se beneficia personalmente de que se apruebe el proyecto, tiene un incentivo claro para sacarle a la propuesta la mejor de sus sonrisas<sup>2</sup>. Por tanto, además de proporcionar proyecciones optimistas de los flujos de caja, el gerente tiene un incentivo para subestimar el riesgo, y de este modo justificar una tasa de descuento más baja que infle el VAN del proyecto.

La discrecionalidad asociada a las tasas de descuento múltiples puede llevar a la selección de proyectos de calidad inferior si algunos gerentes, sea porque tienen mejores conexiones políticas dentro de la organización o simplemente porque son más persuasivos, consiguen justificar tasas de descuento más bajas para sus proyectos, incluso aunque comporten mayores riesgos. Cuando las tasas de descuento son potestativas, se abre la posibilidad de que los gerentes más persuasivos o los “favoritos” sean capaces de utilizar tasas de descuento artificialmente bajas para sus proyectos, quizá logrando así cumplir sus objetivos con relativa facilidad. La percepción de semejante falta de imparcialidad puede ser muy dañina para una organización y llegar a generar luchas internas y un entorpecimiento de la colaboración entre los trabajadores (véase el recuadro de Consejos del profesional sobre mantener un WACC sencillo). Por tanto, utilizar una única tasa de descuento para todos los proyectos puede incrementar la percepción de que todos los trabajadores son evaluados con justicia, lo que elevaría la moral de los empleados al tiempo que elimina una fuente de coste de influencia.

---

<sup>2</sup>Hay varias razones por las que esto puede ser cierto, que incluyen (1) la retribución del gerente está ligada a encontrar inversiones beneficiosas; (2) el gerente desarrolla habilidades especiales asociadas con el proyecto que podrían incrementar el valor de su capital humano; y (3) el gerente simplemente saca partido de gestionar proyectos de gran envergadura.

## CONSEJOS DE COMPORTAMIENTO

### Limitar la flexibilidad gerencial reduce los costes de influencia

Los economistas llaman costes de influencia a los costes que surgen de la tendencia de los empleados de gastar tiempo y esfuerzo intentando persuadir a los altos ejecutivos de que tomen decisiones que benefician al gerente y a su grupo o división. Los beneficios de las decisiones de asignación del capital de una empresa toman la forma de un aumento en el ámbito de poder de un empleado, de su prestigio, visibilidad o, por supuesto, de su retribución. Mientras que algunas de estas decisiones en efecto crean valor, gran parte del tiempo invertido ejerciendo presión sobre unos y otros es probablemente inútil y contraproducente tanto para el empleado como para la dirección y los demás empleados<sup>3</sup>.

A causa de los costes potenciales asociados con esta búsqueda de influir o presionar a los demás, las empresas en ocasiones establecen reglas y procedimientos que limitan la flexibilidad gerencial. Estas reglas a menudo se contemplan como escollos burocráticos que conducen a decisiones subóptimas. Sin embargo, al limitar la discrecionalidad gerencial, también se reduce la posibilidad de que los gerentes derrochen tiempo y recursos.

## CONSEJOS DEL

### PROFESIONAL

### La importancia de mantener un WACC sencillo y comprensible: una conversación con Jim Brenn\*

Nuestra empresa fue pionera en la adopción y uso de una medida de incentivos por desempeño basada en una comparación del rendimiento del capital invertido por la compañía con su coste del capital. Cuando implementamos el sistema estábamos muy preocupados por que los empleados de a pie confiaran en él y por que pudiera influir en su comportamiento de modo que contribuyera a la creación de valor para nuestros accionistas. Nos dimos cuenta rápidamente de que, para que los empleados confiaran en la medida de desempeño, tenía que ser comprensible y verificable por ellos.

La importancia de hacer transparente y comprensible la medida de desempeño y el estándar de desempeño de la empresa (el coste del capital) significaba que estábamos dispuestos a sacrificar parte de la sofisticación técnica. Por ejemplo, queríamos que nuestros empleados pudiesen replicar nuestra estimación del coste del capital de la empresa, así que usamos ponderaciones basadas en el valor en libros de nuestro balance más reciente para calcular el WACC de la empresa. Si hubiésemos utilizado las ponderaciones de mercado, técnicamente más correctas, el coste del capital en cada momento del tiempo habría reflejado las cotizaciones del mercado, sobre las que nuestros empleados no tienen ningún control. Por tanto, utilizamos las ponderaciones de los valores en libros en un esfuerzo por proporcionar una estimación del WACC estable y fácil de calcular.

\* Director financiero de Briggs and Stratton Corporation, Milwaukee, Wisconsin.

<sup>3</sup>Los costes de influencia son explicados en detalle por Paul Milgrom y John Roberts en su artículo "Bargaining Costs, Influence Costs, and the Organization of Economic Activity", en *Perspectives in Positive Political Economy*, J. Alt y K. Shepsle, editores (Cambridge: Cambridge University Press, 1990).

## Sopesar los costes y beneficios de tasas de descuento múltiples y únicas

Señalamos al comienzo de esta sección que hay ventajas e inconvenientes asociados al uso de tasas de descuento múltiples y únicas, que cada empresa debe sopesar a la luz de sus circunstancias concretas. Las ventajas asociadas con las tasas de descuento múltiples son más pronunciadas cuando varían considerablemente los atributos de riesgo de los proyectos que la empresa valora, como es probablemente el caso de las empresas que operan en diferentes líneas de negocio o en varios países. Por ejemplo, las empresas que tienen múltiples divisiones y que afrontan perfiles de riesgo muy diferentes obviamente son buenas candidatas a utilizar tasas de descuento múltiples, al contrario que las empresas que trabajan en una única división homogénea.

Los problemas de incentivos que surgen cuando los gerentes tienen más potestad para escoger las tasas de descuento son muy reales, pero extremadamente nebulosos y difíciles de identificar y medir. No obstante, estos problemas de incentivos pueden ser mitigados si hay una forma sistemática y contrastable para estimar el coste del capital. En concreto, recomendamos que, siempre que se utilicen múltiples tasas de descuento, la determinación de estas tasas esté vinculada a fuerzas de mercado que no estén bajo el control de los gerentes que podrían beneficiarse de la selección de los proyectos de inversión. Con esto en mente recomendamos los siguientes enfoques.

### 5.3. ELEGIR LA TASA DE DESCUENTO PARA UN PROYECTO

Escoger la tasa de descuento apropiada para un proyecto de inversión puede parecer una tarea desalentadora, y no hay forma de eludir el hecho de que llevarla a cabo conlleva una cantidad sustancial de juicio subjetivo por parte de las personas involucradas. Ahora expondremos tres enfoques que pueden utilizarse para seleccionar las tasas de descuento que reflejen las diferencias en los niveles de riesgo de los proyectos. Los tres métodos cumplen los siguientes criterios: son consistentes con la teoría financiera, son relativamente fáciles de comprender e implementar, y utilizan tasas de descuento basadas en rendimientos de mercado.

Los enfoques que se describen en la Figura 5.2 incluyen: (1) el WACC de la empresa (objeto del Capítulo 4); (2) el WACC divisional; y (3) el WACC específico del proyecto. Expondremos dos variantes del WACC específico del proyecto: una donde la deuda tiene recurso solo a los flujos de caja del proyecto (financiación del proyecto o *project finance*) y otra donde la deuda tiene recurso a otros activos de la empresa (financiación de la empresa o *corporate finance*).

#### Método 1: WACC divisional (costes de capital por divisiones industriales)

La mayor parte de las inversiones se financian de forma corporativa, lo que significa que la deuda utilizada para financiar la inversión proviene de emisiones corporativas de deuda que la empresa entera garantiza. Determinar la tasa de descuento apropiada para un proyecto en estas circunstancias puede exigir más esfuerzo en algún sentido, dado que el coste de financiar el proyecto no puede ser identificado directamente. El enfoque que adopta la mayor parte de las empresas ante esta situación es intentar aislar el coste de capital de cada división o unidad de negocio estimando WACC divisionales. La idea es que las divi-



**Figura 5.2 Las tasas de descuento (WACC) correctas y el riesgo del proyecto**

Método	Descripción	Ventajas	Inconvenientes	Cuándo utilizarlo
WACC de la empresa (descrito en el Capítulo 4)	Estimar el WACC de la empresa como entidad y utilizarlo como tasa de descuento en todos los proyectos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un concepto familiar para la mayor parte de los ejecutivos.</li> <li>Minimiza los costes de estimación, ya que solo hay un cálculo de coste del capital para la empresa.</li> <li>No crea problemas de costes de influencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No ajusta las tasas de descuento a las diferencias entre los riesgos de los proyectos.</li> <li>No proporciona flexibilidad para ajustar las diferencias en la capacidad de deuda de los proyectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proyectos similares en riesgo a la empresa completa.</li> <li>Utilizar múltiples tasas de descuento crea costes de influencia significativos.</li> </ul>
Método 1: WACC divisional	Estimar el WACC de cada unidad de negocio o división de la empresa. Utilizar estas estimaciones como las únicas tasas de descuento de cada división.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliza el riesgo de las divisiones para ajustar las tasas de descuento a cada proyecto.</li> <li>Conlleva costes de influencia mínimos entre divisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No captura las diferencias de riesgo intradivisión en los proyectos.</li> <li>No tiene en cuenta las diferencias en la capacidad de la deuda de los proyectos dentro de la división.</li> <li>Hay costes de influencia potenciales entre divisiones asociados con la elección de la tasa de descuento.</li> <li>Es difícil encontrar empresas con una única división para aproximar las divisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proyectos individuales dentro de cada división con características de riesgo y deuda similares.</li> <li>La discrecionalidad de la tasa de descuento crea costes de influencia significativos dentro de las divisiones pero no entre divisiones.</li> </ul>
Financiación del proyecto	Estimar el WACC de cada proyecto concreto utilizando los costes del capital asociados a la financiación real del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporciona una tasa de descuento única que refleja los riesgos y la composición de la financiación del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las aproximaciones de mercado de los riesgos del proyecto pueden ser difíciles de encontrar.</li> <li>Crear altos costes de influencia potenciales, ya que los gerentes intentan manipular para conseguir que sus proyectos se aprueben.</li> <li>Las ponderaciones de la estructura de capital son problemáticas, ya que el valor de los RRPP del proyecto no es observable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto se financia con deuda sin recurso.</li> <li>Los costes de administrar múltiples tasas de descuento no son demasiado elevados.</li> </ul>
Método 2: WACC específico del proyecto	Estimar el WACC de cada proyecto concreto utilizando los costes del capital asociados a la capacidad de deuda del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporciona una única tasa de descuento que refleja los riesgos y la composición de la financiación del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todo lo anterior, más:</li> <li>La capacidad de deuda del proyecto debe ser asignada, dado que no se puede observar de forma inmediata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto es tan relevante que tiene impacto material en la capacidad de obtener deuda de la empresa.</li> </ul>

siones emprenden proyectos de inversión con niveles de riesgo homogéneos y, en consecuencia, el WACC utilizado en cada división es potencialmente único para esa división. En general, las divisiones se definen o bien por regiones geográficas (por ejemplo, la división latinoamericana) o bien por líneas de negocio. En la explicación que sigue, supondremos que las divisiones se realizan por líneas de negocio y que los WACC divisionales se pueden aproximar por el WACC medio de las empresas del sector al que corresponde cada línea de negocio.

Las ventajas de utilizar un WACC divisional son:

- Proporciona tasas de descuento diferentes que reflejan diferencias en el riesgo sistemático dentro de cada división de la empresa. La idea es que cada división emprende proyectos de inversión con niveles homogéneos de riesgo que difieren de una división a otra.
- Solo conlleva la estimación de un coste de capital por división (por oposición a tasas de descuento distintas para cada proyecto), y por tanto minimizan el tiempo y el esfuerzo de estimar el coste del capital.
- El uso de una tasa de descuento común dentro de la división limita la discrecionalidad gerencial y reduce los costes de influencia<sup>4</sup>.

Para ver cómo las empresas pueden estimar los WACC divisionales, consideremos el problema que enfrentó ExxonMobil (XOM), una compañía petrolífera totalmente integrada. Con “totalmente integrada” nos referimos a que la compañía realiza todas las actividades relacionadas con su producto, desde la prospección y producción de petróleo hasta

**Tabla 5.1 Unidades de negocio (divisiones) de ExxonMobil: resultados operativos de 2005**

	<i>Abastecimiento: exploración y desarrollo de gas y petróleo</i>	<i>Procesado: refinado de petróleo y gas para uso energético</i>	<i>Química: conversión de crudo en plásticos y otros productos no energéticos</i>
Ingresos	24.349 M\$	7.992 M\$	3.943 M\$
Rendimiento del capital medio empleado*	45,7%	32,4%	28,0%
Gastos de capital	14.470 M\$	2.495 M\$	654 M\$

*Fuente:* Informe anual de 2005 de ExxonMobil.

\*El rendimiento del capital medio empleado es una ratio de medición del desempeño. Desde la perspectiva de los segmentos de negocio, este rendimiento es igual a los ingresos anuales del segmento de negocio divididos entre el capital medio empleado en el segmento de negocio (media de los importes de comienzo y final de año). Estos ingresos del segmento incluyen la parte de los ingresos que Exxon percibe de las compañías de los recursos propios, consistentemente con nuestra definición de capital, y excluyen el coste de financiación.

<sup>4</sup>Sin embargo, suponemos que los gerentes de las divisiones seguirán gastando recursos para ejercer presión y obtener tasas de descuento más bajas para su división, de modo que los costes de influencia asociados con permitir a los gerentes otras potestades aparte de qué tasas de descuento utilizar seguirán existiendo en cierta medida.

el suministro de gasolina a los coches de los particulares. La Tabla 5.1 describe cómo la empresa divide su negocio en tres grupos: abastecimiento, procesado y química. Cada uno tiene sus propios riesgos especiales, así que es probable que el coste de oportunidad del capital difiera entre ellos.

Un enfoque que puede utilizarse para tratar las diferencias en los costes del capital de cada unidad de negocio de ExxonMobil consiste en identificar lo que llamaremos **empresas comparables**, que operan en solo uno de los negocios (cuando sea posible). ExxonMobil puede entonces utilizar el WACC de estas empresas comparables para calcular una estimación del WACC divisional. Por ejemplo, para estimar el WACC de su unidad de negocio de abastecimiento, ExxonMobil podría usar una estimación del WACC de empresas que operen en el sector de extracción de petróleo y gas (SIC 1300). Este sector comprende un gran número de subsectores relacionados con la exploración, desarrollo y producción de gas y petróleo. De forma similar, los analistas podrían utilizar empresas en el sector de refinado de petróleo e industrias relacionadas (SIC 2900) para estimar el WACC relevante de la uni-

**Tabla 5.2** Resumen de los costes del capital divisionales estimados para ExxonMobil

	<i>Abastecimiento: exploración y desarrollo de gas y petróleo (SIC 1300)<sup>a</sup></i>	<i>Procesado: refinado de petróleo y gas para uso energético (SIC 2900)<sup>b</sup></i>	<i>Química: conversión de crudo en plásticos y otros productos no energéticos (SIC 2800)<sup>c</sup></i>
Coste de los recursos propios <sup>d</sup>	9,96%	9,85%	10,07%
Ratio de deuda <sup>e</sup>	13,78%	4,66%	10,85%
WACC <sup>f</sup>	9,47%	9,68%	9,65%

Fuente: Ibbotson Associates, *Cost of Capital: 2006 Yearbook* (datos hasta marzo de 2006).

#### Legenda

<sup>a</sup>SIC 1300: Extracción de petróleo y gas. Este grupo de empresas se dedica principalmente a (1) producir petróleo crudo y gas natural; (2) extraer petróleo de arenas petrolíferas y pizarras bituminosas; (3) producir gasolina natural y condensado de ciclos; y (4) producir gas e hidrocarburos licuados a partir del carbono del yacimiento.

<sup>b</sup>SIC 2900: Refinado de petróleo e industrias relacionadas. Este gran grupo incluye empresas dedicadas principalmente al refinado de petróleo, la fabricación de materiales asfálticos y para techados, y la composición de aceites y grasas lubricantes a partir de materiales adquiridos.

<sup>c</sup>SIC 2800: Productos químicos y relacionados. Este grupo incluye empresas que fabrican productos químicos básicos, así como empresas que manufacturan productos mediante procesos predominantemente químicos.

<sup>d</sup>Ibbotson proporciona cinco estimaciones diferentes del coste de los recursos propios, como mencionamos en el Capítulo 4. Sin embargo, aquí solo presentamos la estimación del rendimiento basado en el CAPM de la muestra de empresas de gran tamaño.

<sup>e</sup>La ratio de deuda es igual al valor en libros de la deuda dividido entre la suma del valor en libros de la deuda y el valor de mercado de los recursos propios de la empresa. De nuevo, esta ratio refleja la media de las empresas en la categoría de gran tamaño.

<sup>f</sup>Presentamos el WACC del grupo de empresas de gran tamaño dentro del sector que se calcula utilizando la estimación basada en el CAPM del coste de los recursos propios.

dad de negocio de procesado, y podría utilizar empresas del sector de productos químicos y relacionados (SIC 2800) para determinar el WACC de la unidad de negocio de química.

La Tabla 5.2 resume el coste del capital de cada uno de estos sectores utilizando las estimaciones trimestrales de Ibbotson Associates 2006: *Cost of Capital*. Los procedimientos que utiliza Ibbotson Associates, que se describieron en el Capítulo 4, se recogen a continuación:

- El coste de los recursos propios de cada empresa del sector se estima mediante cinco modelos diferentes. Seguimos el método de Ibbotson Associates y calculamos la mediana de los valores de la industria utilizando cada uno de los cinco enfoques<sup>5</sup>. Para nuestros propósitos, utilizamos una media simple de los cinco costes estimados de los recursos propios como estimación del coste de los recursos propios de la división.
- El coste de financiarse con deuda refleja tanto los tipos de interés actuales como el *rating* crediticio de la deuda de la empresa.
- La ratio de deuda del sector refleja el valor en libros de los pasivos de la empresa que devengan intereses (tanto a corto como a largo) dividido entre la suma del valor en libros de la deuda de la empresa más el valor de mercado de sus recursos propios. Por ejemplo, en noviembre de 2006 Valero Energy Corp (VLO) tenía una deuda pendiente total de 5.130 M\$. El valor de los recursos propios de Valero (*i. e.*, su capitalización de mercado) era de 32.180 M\$. Por tanto, la ratio de deuda era de  $5.130 \text{ M\$} \div (5.130 \text{ M\$} + 32.180 \text{ M\$}) = 13,75\%$ . La ratio de deuda proporciona el peso asociado al coste de la deuda después de impuestos, y uno menos esta ratio es el peso asociado al coste de los recursos propios para calcular el WACC de la empresa.

Un vistazo rápido a la Tabla 5.2 revela unos WACC divisionales para ExxonMobil muy similares entre sí en este ejemplo, que se mueven desde un 9,47% en la división de abastecimiento hasta un 9,68% en la división de procesado. Aun así, si la compañía utilizase un único WACC para todas sus divisiones, tendería a invertir de más en abastecimiento y de menos en procesado.

#### WACC divisional: dificultades de estimación y limitaciones

Aunque el enfoque del WACC divisional supone en general una mejora significativa sobre el WACC único para toda la compañía, el modo en que a menudo se implementa, utilizando empresas comparables del sector, tiene varios defectos potenciales:

- La muestra de empresas de un sector dado puede incluir algunas que no representen bien a la empresa en estudio o a sus divisiones. Por ejemplo, el analista de la compañía ExxonMobil podría ser capaz de seleccionar una submuestra más pequeña de empresas cuyos perfiles de riesgo se acerquen más a la división que analiza (en el caso de ExxonMobil, las empresas comparables de la división de abastecimiento comprendían las 114 empresas del SIC 1300, las de la división química eran las 293 del SIC 2800, y las de procesado eran las 15 del SIC 2900). La dirección de la empresa puede resolver este problema fácilmente seleccionando las empresas comparables apropiadas. Sin embargo, el hecho de que la selección de diferentes empresas comparables afecta a nues-

<sup>5</sup>Por ejemplo, entre todas las empresas del sector de abastecimiento (SIC 1300), la estimación más baja del coste de los recursos propios resultó del uso del modelo DCF de tres tasas, para el que la mediana era 9,40%. La estimación más alta la arrojó el modelo DCF de una única tasa (el modelo de Gordon descrito en el capítulo 4), que dio una mediana de 18,85%. Lo último no es especialmente sorprendente, dado que este método extrapola al futuro de forma indefinida patrones de crecimiento recientes (que han sido muy elevados).

tra estimación del coste del capital divisional implica que si los gerentes de las divisiones participan en el proceso de selección, tienen una gran oportunidad para ejercer influencia sobre su propio coste del capital.

- La división en estudio puede no tener una estructura de capital similar a la muestra de empresas comparables, puede estar más o menos apalancada que las empresas cuyos costes de capital se utilizan para aproximar el coste del capital divisional. Por ejemplo, ExxonMobil obtiene muy poco de su capital mediante financiación externa, mientras que Valero Energy (VLO) ha conseguido el 13,75% de su capital con deuda<sup>6</sup>.

Resolver este problema es más difícil de lo que puede parecer a simple vista: las empresas con varias divisiones no suelen asignar la deuda corporativa a cada división, así que en realidad no podemos identificar las estructuras de capital divisionales. Por tanto, utilizar las estructuras de capital de las empresas comparables puede ser lo mejor que se puede hacer cuando se intenta estimar el WACC divisional<sup>7</sup>. Más aún, los intentos de asignar la deuda a las divisiones pueden dar la oportunidad a los gerentes de ejercer presión para conseguir una asignación de capital mayor, con la esperanza de que resultará en un coste de capital reducido, lo que crearía otra situación más en la que los costes de influencia pueden entrar en el proceso de estimar el WACC divisional.

- Puede haber diferencias sustanciales en los riesgos de los proyectos en las inversiones dentro de una misma división. Las empresas, por definición, están involucradas en una variedad de actividades, y puede ser difícil identificar un grupo de empresas que se dediquen de forma predominante a actividades que sean genuinamente comparables con un proyecto dado. Incluso dentro de las divisiones, los distintos proyectos pueden tener perfiles de riesgo muy diferentes. Esto significa que, incluso si fuéramos capaces de afinar mucho la aproximación de las divisiones, todavía habría diferencias significativas en el riesgo de los diferentes proyectos que cada división emprende. Por ejemplo, algunos proyectos pueden conllevar extensiones de la capacidad actual de producción, mientras que otros consisten en desarrollar nuevos productos. Los dos tipos de inversión ocurren dentro de la misma división, pero tienen perfiles de riesgo potencialmente muy distintos.
- Puede ser muy difícil encontrar buenas empresas comparables para una división en concreto. La mayoría de las empresas que cotizan aportan información sobre sus distintas líneas de negocio, aunque cada compañía se clasifica en un único sector. En el caso de ExxonMobil, encontramos tres divisiones operativas (abastecimiento, procesado y química) e identificamos un sector aproximado para cada una. Sin embargo, nuestro sector aproximado para el procesado (refinado de petróleo e industrias relacionadas, SIC 2900) de hecho contenía a ExxonMobil, dado que es precisamente la empresa dominante del sector.

<sup>6</sup>Esta estimación se basa en los estados financieros de 2005, utiliza el valor en libros de la deuda a corto y a largo que devenga intereses, y el valor de mercado de los recursos propios de la empresa el 16 de febrero de 2006.

<sup>7</sup>Incluso cuando la empresa puede asignar su deuda a las divisiones por separado, subsiste el problema de evaluar (asignar) el valor de mercado de los recursos propios de la empresa a las distintas divisiones. El analista podría utilizar múltiplos de los ingresos de la división que reflejen las condiciones actuales del mercado para estimar los valores de los recursos propios. Sin embargo, esta metodología no está exenta de limitaciones, puesto que presupone que el mercado valora la empresa como la suma de sus divisiones (*i. e.*, que no hay sinergias entre las divisiones). Más aún, cuanto más problemático y complejo sea el procedimiento de estimación, mayor será el riesgo de que el WACC divisional se convierta en un arma arrojadiza para los gerentes de las divisiones en sus intentos de obtener mayores asignaciones de capital para su división.

La reflexión anterior sugiere que aunque el uso de los WACC divisionales para determinar las tasas de descuento del proyecto puede suponer una mejora sobre el uso de un WACC único para toda la compañía, esta metodología está lejos de ser la solución perfecta. Sin embargo, si la empresa tiene oportunidades de inversión que varían fundamentalmente con las características de riesgo del sector, el uso de un WACC divisional tiene algunas ventajas claras sobre el uso de un WACC único. Proporciona una metodología que permite diferentes tasas de descuento, y evita algunos de los costes de influencia asociados con dar carta blanca a los gerentes para que elijan las tasas de descuento de los proyectos que más les convengan.

## Método 2: WACC específico del proyecto

Ahora consideraremos la estimación del WACC de un proyecto en concreto. El objetivo es afinar al máximo nuestra estimación del coste del capital para que refleje las características de un proyecto determinado, por oposición a una división o a la empresa en su conjunto. El WACC específico de un proyecto requiere los mismos datos de entrada que el WACC de una empresa. Esto es, requiere estimaciones del coste de la deuda, el coste de los recursos propios y el peso de cada fuente de capital. Como comentaremos, hay desafíos considerables asociados a la obtención de cada uno de estos datos de entrada.

Primero consideramos la situación en que la inversión proviene de **financiación del proyecto** utilizando deuda **sin recurso**. Con la deuda sin recurso, el proyecto es la única fuente de garantía y los titulares de la deuda, en caso de impago, no tienen recurso a los activos de la empresa que está detrás del proyecto. Las inversiones que tienen financiación del proyecto son muy similares a una empresa independiente, dado que los fondos se prestan basándose solo en la capacidad de repago de los flujos de caja y los activos del proyecto. Una característica crítica de la financiación del proyecto y la deuda sin recurso se refiere a la llamada “independencia de quiebra”, que significa que si el tomador de la deuda quiebra, sus acreedores no tendrían ningún derecho sobre los activos financiados por el proyecto. Aunque no profundizaremos en los detalles legales, queremos enfatizar que los prestamistas son muy cautelosos cuando ofrecen financiación sin recurso a un proyecto. En concreto, quieren estar seguros de que los acreedores de la empresa que está detrás del proyecto no tienen derechos sobre los activos del proyecto en caso de que la empresa quiebre. Recuerde que los prestamistas no tienen derechos sobre el resto de activos de la empresa y, del mismo modo, quieren que los acreedores de la empresa no tengan derechos sobre los activos del proyecto.

Calcular el WACC específico del proyecto apropiado para una inversión con financiación del proyecto es algo más inmediato porque las fuentes de financiación están definidas específicamente y pueden ser observadas. En concreto, hay un importe determinado de deuda asociado al proyecto, lo que no es el caso cuando los fondos provienen del balance mediante financiación de la empresa. Conocer el importe de la deuda asociada a una inversión es útil, pero, como veremos, no es suficiente para determinar los pesos de la financiación mediante deuda y recursos propios, dado que estos pesos requieren el valor de mercado de los recursos propios.

Las inversiones que se financian con el balance de la empresa añaden otro nivel de complejidad al análisis porque en este caso la financiación de los proyectos está entrelazada con la financiación del resto de la inversión de la empresa. Como veremos, determinar lo que llamaremos la capacidad de deuda de un proyecto financiado con el balance de una empresa no es completamente arbitrario, pero requiere cierto juicio subjetivo por parte del gerente.

**Ejemplo:** Determinar el WACC específico de un proyecto financiado por sí mismo. Para ilustrar la estimación del WACC específico de un proyecto, consideraremos en

primer lugar una inversión financiada por el proyecto que está siendo evaluada por la productora independiente de energía eléctrica Catalina, Inc. Como se muestra en el balance de Catalina, representado en el panel a de la Figura 5.3, la empresa tiene unos activos tota-

**Figura 5.3 Financiación del proyecto vs. de la empresa**

**Panel a. Corporación antes de la inversión**

Catalina, Inc. Balance 31 de diciembre de 2007							
Activo 1.200 M\$	<table border="1"> <tr> <td>Bonos</td> <td style="text-align: right;">600 M\$</td> </tr> <tr> <td>Recursos propios</td> <td style="text-align: right;"><u>600 M\$</u></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">1.200 M\$</td> </tr> </table>	Bonos	600 M\$	Recursos propios	<u>600 M\$</u>	Total	1.200 M\$
Bonos	600 M\$						
Recursos propios	<u>600 M\$</u>						
Total	1.200 M\$						

**Panel b. Alternativa 1: financiación de la empresa**

Catalina, Inc. Balance 31 de diciembre de 2007													
<table border="1"> <tr> <td>Activo</td> <td style="text-align: right;">1,200 M\$</td> </tr> <tr> <td>Proyecto</td> <td style="text-align: right;"><u>200 M\$</u></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">1.400 M\$</td> </tr> </table>	Activo	1,200 M\$	Proyecto	<u>200 M\$</u>	Total	1.400 M\$	<table border="1"> <tr> <td>Bonos</td> <td style="text-align: right;">760 M\$</td> </tr> <tr> <td>Recursos propios</td> <td style="text-align: right;"><u>640 M\$</u></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">1.400 M\$</td> </tr> </table>	Bonos	760 M\$	Recursos propios	<u>640 M\$</u>	Total	1.400 M\$
Activo	1,200 M\$												
Proyecto	<u>200 M\$</u>												
Total	1.400 M\$												
Bonos	760 M\$												
Recursos propios	<u>640 M\$</u>												
Total	1.400 M\$												

**Panel c. Alternativa 2: financiación del proyecto**

Catalina, Inc. Balance 31 de diciembre de 2007													
<table border="1"> <tr> <td>Activo</td> <td style="text-align: right;">1.200 M\$</td> </tr> <tr> <td>Recursos propios del proyecto</td> <td style="text-align: right;"><u>40 M\$</u></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">1.240 M\$</td> </tr> </table>	Activo	1.200 M\$	Recursos propios del proyecto	<u>40 M\$</u>	Total	1.240 M\$	<table border="1"> <tr> <td>Deuda</td> <td style="text-align: right;">600 M\$</td> </tr> <tr> <td>Recursos propios</td> <td style="text-align: right;"><u>640 M\$</u></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">1.240 M\$</td> </tr> </table>	Deuda	600 M\$	Recursos propios	<u>640 M\$</u>	Total	1.240 M\$
Activo	1.200 M\$												
Recursos propios del proyecto	<u>40 M\$</u>												
Total	1.240 M\$												
Deuda	600 M\$												
Recursos propios	<u>640 M\$</u>												
Total	1.240 M\$												
Power Project Balance 31 de diciembre de 2007													
Activo 200 M\$	<table border="1"> <tr> <td>Deuda</td> <td style="text-align: right;">160 M\$</td> </tr> <tr> <td>Recursos propios</td> <td style="text-align: right;"><u>40 M\$</u></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">200 M\$</td> </tr> </table>	Deuda	160 M\$	Recursos propios	<u>40 M\$</u>	Total	200 M\$						
Deuda	160 M\$												
Recursos propios	<u>40 M\$</u>												
Total	200 M\$												

**Tabla 5.3 Ingresos y flujos de caja previstos para el proyecto de generación de electricidad de Catalina**

**Panel a. Asunciones y proyecciones**

Inversión inicial = 200 M\$ en el año 0

Activos fijos amortizables = 200 M\$

La amortización es lineal sobre los 200 M\$ de equipo (no hay capital circulante), durante 40 años hasta un valor residual de 0 \$

Gastos de capital (CAPEX) = gasto de amortización = 5 M\$ al año

Composición de la financiación: 160 M\$ en deuda y 40 M\$ en recursos propios

Condiciones de la financiación de la deuda:

- a. Tipo de deuda: financiación de proyecto sin recurso
- b. Vencimiento: infinito
- c. Términos: solo intereses, indefinidamente
- d. Tipo de interés: 6,52%
- e. Beta (deuda) = 0,30

Beneficio operativo esperado del proyecto (EBIT) = 20.109.419 \$ anuales (del año 1 al infinito)

Tipo impositivo de la empresa = 38%

Estimaciones y asunciones del mercado de capital:

- a. Tipo de interés libre de riesgo de los bonos a largo plazo del Gobierno de EEUU = 5,02%
- b. Prima de riesgo del mercado = 5,00%

les de 1.200 M\$. Está considerando la construcción y explotación de una gran instalación de producción de electricidad en el sur de Texas, de 200 M\$. El proyecto es relevante y requerirá que Catalina obtenga 200 M\$ de fondos adicionales.

El panel b de la Figura 5.3 enfatiza los efectos de la inversión de 200 M\$ en el balance si Catalina decide utilizar financiación corporativa pidiendo prestado el 80% de los fondos y obteniendo el resto mediante una oferta de recursos propios. En este caso los activos totales de Catalina aumentarían en 200 M\$, hasta llegar a 1.400 M\$; la deuda de la empresa aumentaría en 160 M\$, hasta alcanzar 760 M\$; y sus recursos propios se incrementarían en 40 M\$, hasta los 640 M\$.

Alternativamente, Catalina puede utilizar financiación del proyecto, lo que conlleva la creación de una nueva sociedad, como se muestra en el panel c de la Figura 5.3. La sociedad es una nueva compañía, Power Project, que posee y explota el proyecto. No obstante, dado que los 40 M\$ en financiación de recursos propios provienen de Catalina, el balance de Catalina muestra un aumento de 40 M\$ en sus activos (que corresponden a los recursos propios en el proyecto) y un incremento del mismo importe en sus recursos propios, que refleja la emisión de recursos propios utilizada para financiar parte de la inversión.



**Tabla 5.3** *continúa*

<b>Panel b. Estados financieros <i>pro forma</i> y proyecciones de flujos de caja (en dólares)</b>		
<b>Estados financieros <i>pro forma</i></b>		
		<b>Años 1 a infinito</b>
Beneficio antes de intereses e impuestos (EBIT)		20.109.419
Menos: gasto por intereses		(10.432.000)
EBT		9.677.419
Menos: impuestos		(3.677.419)
Beneficio neto		6.000.000
<b>Cálculo del EFCF</b>	<b>Año 0</b>	<b>Años 1 a infinito</b>
Beneficio neto		6.000.000
Más: gasto por amortización		5.000.000
Menos: CAPEX	(200.000.000)	(5.000.000)
Menos: pagos de principal	—	—
Más: rendimiento de nuevas deudas	160.000.000	—
EFCF	(40.000.000)	6.000.000
<b>Cálculo del PFCF</b>	<b>Año 0</b>	<b>Años 1 a infinito</b>
EBIT		20.109.419
Menos: impuestos		(7.641.579)
NOPAT		12.467.840
Más: gasto de amortización		5.000.000
Menos: CAPEX	(200.000.000)	(5.000.000)
PFCF	(200.000.000)	12.467.840

Estimar el valor de los recursos propios del proyecto de forma directa: el modelo de flujo a recursos propios. Las inversiones financiadas como proyecto normalmente se centran en los recursos propios invertidos en el proyecto, que se valoran con el enfoque de **flujo a recursos propios**. Este enfoque es simplemente un modelo de DCF que se centra directamente en la valoración de los recursos propios invertidos en el proyecto, en lugar de en el valor del proyecto en su conjunto. Utilizándolo calculamos el VAN de los EFCF partiendo del coste de los recursos propios del proyecto, y comparamos el valor estimado de los recursos propios con los recursos propios invertidos en el proyecto<sup>8</sup>. Nótese que este enfoque no requiere calcular el WACC del proyecto, sino que se apoya en el coste de los recursos propios y los EFCF.

Creemos que el enfoque de flujo a recursos propios es apropiado para evaluar el valor de un proyecto específico. Sin embargo, a efectos de comparar inversiones de diferentes

<sup>8</sup>Los EFCF fueron definidos en el Capítulo 2.

líneas de negocio, las empresas también pueden querer saber el WACC del proyecto apropiado para sus diferentes inversiones. En consecuencia, extendemos nuestro análisis del valor de los recursos propios invertidos en un proyecto para incluir el valor del proyecto en su conjunto, y el correspondiente WACC específico del proyecto, que, para el caso especial en que se utiliza financiación del proyecto, denominaremos **WACC de financiación del proyecto**.

Estimar el coste de los recursos propios y los PFCF. El panel a de la Tabla 5.3 resume las asunciones que subyacen a las proyecciones de los flujos de caja del proyecto de generación de electricidad. Hay que reseñar que es un consorcio de bancos quien se ha ofrecido a prestar al proyecto 160 M\$ a un tipo del 6,52%, que está 52 puntos básicos por encima de la curva base, actualmente al 6%. El panel b contiene las cuentas de resultados *pro forma* del proyecto, que, por simplicidad, se espera que funcione indefinidamente produciendo un flujo constante de ingresos. Suponemos que la inversión total de 200 M\$ se compone de instalaciones y equipo que se amortizan linealmente durante 40 años hasta un valor residual de cero. Además, suponemos que la empresa debe gastar un importe igual a la amortización en CAPEX para mantener la capacidad productiva de la central eléctrica.

Se espera que el proyecto produzca un beneficio neto operativo (*i. e.*, EBIT) de 20.109.419 \$ al año, y pagará 10.432.000 \$ en gastos por intereses (gastos financieros). Al deducir los impuestos se obtiene un beneficio neto anual perpetuo de 6.000.000 \$. Dado que el CAPEX se asume igual al gasto de amortización, y que no hay repagos de principal ni asunción de nuevas deudas, los EFCF del proyecto se estiman en 6.000.000 (indefinidamente). Los PFCF correspondientes son igual a 12.467.840 \$ al año dado que estos flujos de caja no reflejan la composición financiera de la empresa (*i. e.*, no reflejan los pagos de principal ni de intereses).

Estimar el valor y el coste de los recursos propios utilizando la iteración. Hasta este momento hemos seguido un proceso sencillo en tres pasos para implementar el análisis de los flujos de caja:

**Paso 1:** Estimar los flujos de caja futuros.

**Paso 2:** Estimar una tasa de descuento.

**Paso 3:** Calcular el valor actual de los flujos de caja utilizando la tasa de descuento estimada en el paso 2.

Hay, no obstante, un ligero inconveniente en este procedimiento cuando se desconoce la tasa de descuento.

El problema que surge al estimar el coste de los recursos propios de un proyecto es que la beta del proyecto, y por tanto el coste de sus recursos propios, viene determinada por el apalancamiento del proyecto. Si el proyecto está muy apalancado, la beta de los recursos propios será más elevada, lo que significa que el coste de los recursos propios es mayor, y el valor de los recursos propios es menor. Como primera aproximación, los analistas generalmente utilizan el importe de los recursos propios invertidos en el proyecto (*i. e.*, el valor en libros de la inversión en recursos propios) para calcular el apalancamiento del proyecto y el coste de los recursos propios de la empresa. Por ejemplo, en el proyecto de Catalina el analista asumiría un valor de recursos propios de 40 M\$ y calcularía el coste de sus recursos propios en consecuencia. Como veremos a continuación, si el

valor de los recursos propios es mayor que 40 M\$, este proceder sobrestima el coste de los recursos propios y, por tanto, subestima el valor de los recursos propios del proyecto.

El hecho de que usar los recursos propios invertidos en lugar del valor de mercado de los recursos propios pueda sobrestimar el riesgo de un proyecto con VAN positivo no supone un problema serio. En primer lugar, no llevará a concluir erróneamente que un proyecto con VAN positivo en realidad tiene un VAN negativo, o viceversa. En lugar de ello, lleva a subestimar el VAN de inversiones con VAN positivo, y a subestimar (hacer más negativo) el VAN de inversiones con VAN negativo. En segundo lugar, como se describe a continuación, se puede utilizar un procedimiento iterativo sencillo para determinar el VAN correcto.

Para comprender estas cuestiones, calcularemos el valor de los recursos propios del proyecto de Catalina. Como ilustramos en la Tabla 5.4, comenzamos con una muestra de empresas comparables para estimar las betas desapalancadas de los recursos propios de los proyectos de generación de electricidad. Recordará que utilizamos este mismo proceso anteriormente, en la Tabla 4.1, para estimar la beta desapalancada de los recursos propios de Pfizer. El proceso consiste en desapalancar las betas de los recursos propios de las empresas que sirven de aproximación, y luego tomar la media de las betas desapalancadas como nuestra estimación de la beta desapalancada de los recursos propios del proyecto de Catalina. La estimación resultante de la beta desapalancada del proyecto es 0,2755.

Para estimar el coste de los recursos propios del proyecto de Catalina, tenemos que reapalancar esta beta desapalancada para determinar la beta apalancada y el coste de los recursos propios del proyecto. Como primer paso, sustituimos la ratio de valor en libros de la deuda sobre recursos propios (*i. e.*,  $160 \text{ M\$} / 40 \text{ M\$} = 4$ ) en la ecuación (i) del panel c de la Tabla 5.4 para reapalancar la beta desapalancada de los recursos propios. La estimación de la beta apalancada se usa entonces para calcular el coste apalancado de los recursos propios, y en consecuencia el valor de los recursos propios del proyecto. Este análisis arroja un coste de los recursos propios de 7,33% y un valor de los recursos propios de algo más de 81 M\$. Dado que 81 M\$ es más que 40 M\$, sabemos que el proyecto crea valor y, además, que la beta apalancada real del proyecto es más baja (y el valor de los recursos propios más alto) de lo que indica este cálculo.

Para conseguir una estimación mejor tanto del coste de los recursos propios como del valor de esta inversión de recursos propios, podemos utilizar el valor estimado de los recursos propios (81 M\$) en lugar de los recursos propios invertidos (40 M\$) y repetir los cálculos anteriores. Haciendo esto llegamos a un coste de los recursos propios ligeramente inferior (6,86%) y a un valor de los recursos propios ligeramente superior (87.526.326 \$). Podemos entonces tomar esta nueva estimación del valor de los recursos propios y repetir una vez más los cálculos, llegaremos así a un nuevo valor de los recursos propios. Podemos continuar este proceso, iterando entre los nuevos valores de los recursos propios y las betas apalancadas hasta que el coste de los recursos propios del proyecto y su valor converjan a un valor fijo. Un vistazo rápido a los resultados del proceso iterativo, que se encuentran en el panel b de la Tabla 5.4, revela que convergen muy rápidamente. El coste de los recursos propios del proyecto converge a 6,82% y el valor de los recursos propios converge a 87.934.787 \$ en la sexta iteración. Hemos incluido seis iteraciones para demostrar que la convergencia efectivamente se da muy deprisa.

Calcular el valor del proyecto y el WACC de financiación del proyecto. Habiendo calculado el valor de los recursos propios, es inmediato valorar el proyecto simplemente

**Tabla 5.4 Estimar el valor y el coste de los recursos propios de un proyecto de generación de electricidad**

<b>Panel a. Estimar la beta desapalancada del proyecto utilizando empresas comparables</b>					
<b>Nombre de la empresa</b>	<b>Beta apalancada de los RRPP</b>	<b>Deuda/RRPP</b>	<b>Betas de la deuda asumidas</b>	<b>Betas desapalancadas de los RRPP</b>	
Ameren Corp.	0,2500	60,95%	0,20	0,2363	
American Electric Power	0,3660	85,23%	0,20	0,3086	
Dominion Resources	0,3320	65,81%	0,20	0,2937	
Exelog Corp.	0,2800	42,52%	0,20	0,2633	
PPL Corp.	0,6710	70,32%	0,20	0,5280	
			Media	0,2755	
<b>Panel b. Procedimiento iterativo para estimar el coste de los RRPP, el valor de los RRPP, el valor del proyecto y el WACC de financiación del proyecto</b>					
<b>(A)</b>	<b>(B)</b>	<b>(C)</b>	<b>(D)</b>	<b>(E)</b>	<b>(F)</b>
<b>Iteración</b>	<b>Beta desapalancada de los RRPP</b>	<b>Ratio deuda/RRPP</b>	<b>Beta apalancada estimada</b>	<b>Coste estimado de los RRPP</b>	<b>Valor estimado de los RRPP</b>
Pesos según libros	0,2755	4,0000	0,4627	7,333%	81.816.334 \$
Iteración 1	0,2755	1,9556	0,3670	6,855%	87.526.326 \$
Iteración 2	0,2755	1,8280	0,3610	6,825%	87.909.187 \$
Iteración 3	0,2755	1,8201	0,3607	6,823%	87.933.190 \$
Iteración 4	0,2755	1,8196	0,3606	6,823%	87.934.688 \$
Iteración 5	0,2755	1,8195	0,3606	6,823%	87.934.782 \$
Iteración 6	0,2755	1,8195	0,3606	6,823%	87.934.787 \$
<b>Leyenda</b>					
<b>Columna</b>	<b>Descripción</b>				
(A)	Iteración: el proceso de iteración comienza sustituyendo la ratio de valor en libros de la deuda sobre RRPP en la ecuación (i) del panel c para despejar la beta apalancada de los RRPP del proyecto.				
(B)	Beta desapalancada de los RRPP: esta estimación representa la media simple de las betas desapalancadas de los RRPP que se muestran en el panel a.				
(C)	Ratio deuda/RRPP: un dato de entrada clave para reapalancar la beta que debería representar los valores de mercado. Dado que no conocemos los valores de mercado de los RRPP invertidos en el proyecto, comenzamos nuestro análisis iterativo con el valor en libros de esta ratio.				
(D)	Beta apalancada estimada: la beta apalancada de los RRPP del proyecto, estimada mediante la ecuación (i) del panel c.				
(E)	Coste estimado de los RRPP: calculado utilizando el CAPM de la ecuación (ii) del panel c, y la estimación de la beta apalancada de los RRPP de la iteración actual.				
(F)	Valor estimado de los RRPP: el valor de los RRPP invertidos en el proyecto, estimados mediante la ecuación (iii) del panel c.				

**Tabla 5.4** *continúa***Panel c. Ecuación utilizada para estimar el valor del proyecto y el coste de sus recursos propios**

(i)

$$\beta_{Apalancada} = \beta_{Desapalancada} \left( 1 + \left( \frac{\text{Deuda en libros}}{\text{Valor de los RRPP del proyecto}} \right) (1 - \text{Tipo impositivo marginal}) \right) - \beta_{Deuda} \left( \frac{\text{Deuda en libros}}{\text{Valor de los RRPP del proyecto}} \right) (1 - \text{Tipo impositivo marginal})$$

donde  $\beta_{Deuda}$  es la beta estimada de la deuda del proyecto.

(ii)

$$\left( \text{Coste apalancado de los RRPP } (k_e) \right) = \left( \text{Tipo libre de riesgo } (r_f) \right) + \left( \text{Beta apalancada de los RRPP } (\beta_{Apalancada}) \right) \left( \text{Prima de riesgo del mercado} \right)$$

(iii)

$$\left( \text{Valor de los RRPP del proyecto} \right) = \frac{EFCF_t}{\text{Coste apalancado de los RRPP } (k_e)}$$

sumando el valor estimado de los recursos propios del proyecto (de la sexta iteración en el panel b de la Tabla 5.4), 87.934.787 \$, a la deuda del proyecto, 160 M\$, para llegar así al valor del proyecto, 247.934.787 \$. Con este valor podemos calcular el WACC de financiación del proyecto como la media ponderada de los costes después de impuestos de la deuda y los recursos propios utilizando como pesos el valor estimado de los recursos propios del proyecto y el valor nominal de la deuda de la empresa<sup>9</sup>:

	Valor	Ponderación del valor	Coste del capital	Producto
Deuda	160.000.000 \$	0,6453	4,04%	2,61%
Recursos propios	87.934.787 \$	0,3547	6,82%	2,42%
	247.934.787 \$	1,0000		
WACC de financiación del proyecto =				<u>5,03%</u>

<sup>9</sup>Alternativamente, el WACC de financiación del proyecto es igual a la tasa de descuento en la siguiente ecuación de valoración de proyectos:

$$\text{Valor del proyecto} = \text{Valor de los RRPP del proyecto} + \text{Valor en libros de la deuda del proyecto}$$

$$= \frac{PFCF_t}{\text{WACC de financiación del proyecto}} = 247.934.787 \$ = \frac{12.467.840 \$}{\text{WACC de financiación del proyecto}}$$

El WACC de financiación del proyecto es 5,03%. Nótese que si hubiésemos despejado la tasa de descuento que hace el VAN igual al coste de 200 M\$ del proyecto (en lugar del valor del proyecto de 247.934.787 \$), el resultado habría sido una estimación de la TIR del proyecto, que en este caso es igual a 6,23%.

### WACC específico del proyecto con financiación de la empresa

Las empresas financian la mayor parte de sus proyectos de inversión con su balance, lo que puede hacer especialmente difícil llegar a un enfoque para estimar el WACC específico del proyecto. Esta puede ser una labor titánica, dado que primero hay que determinar el importe de la deuda y de los recursos propios que se pueden atribuir al proyecto, y luego estimar los costes de estas fuentes de financiación. Como mencionamos anteriormente, esto es más difícil cuando las inversiones se financian con el balance de la empresa, dado que la financiación se entremezcla con las otras inversiones de la compañía. Como resultado, determinar el peso apropiado para cada fuente de capital de una inversión concreta requiere el juicio subjetivo de la dirección.

**Capacidad de deuda de un proyecto:** ¿cuánta deuda soportará el proyecto? Determinar las ponderaciones apropiadas de las fuentes de financiación de un proyecto requiere que comprendamos primero el concepto de capacidad de deuda de un proyecto. Definimos la **capacidad de deuda** de un proyecto como el importe de deuda adicional que la empresa puede soportar como resultado de la aprobación del proyecto sin que su *rating* crediticio baje. En general, los proyectos con más riesgo tendrán menor capacidad de deuda, dado que requieren más recursos propios para compensar el riesgo más elevado. Por ejemplo, una inversión en el desarrollo de un nuevo producto puede ser muy arriesgada y tiene poca o ninguna capacidad de deuda. Sin embargo, la renovación de las instalaciones actuales de la empresa que se utilizan para dar soporte a las líneas de producto actuales tiene menos riesgo y por tanto tiene mayor capacidad de deuda.

Hay que tener en cuenta que la capacidad de deuda de un proyecto no es necesariamente lo mismo que la cantidad de deuda que la empresa asume para financiar el proyecto. El añadido real a la deuda de la empresa puede tener más que ver con otros proyectos de inversión que se inician más o menos al mismo tiempo, y con la percepción de los ejecutivos sobre si el endeudamiento actual de la empresa es alto o bajo.

Para comprender cómo se puede determinar la capacidad de deuda de una inversión, considere una empresa que actualmente tiene un *rating* BBB+ y se encuentra ante una oportunidad de inversión que requiere 100 M\$. Dado que se espera que la inversión genere flujos de caja positivos, emprender el proyecto mejorará el *rating* crediticio de la empresa si la financia totalmente con recursos propios. Esto indica que el proyecto tiene al menos algo de capacidad de deuda. Sin embargo, dado que la inversión tiene riesgo, financiarla por completo con recursos propios (o, lo que es lo mismo, vaciar la caja de la empresa) resultaría en una bajada del *rating* crediticio de la empresa. Si, por ejemplo, las agencias de calificación indican que la empresa del ejemplo anterior caería de BBB+ a BBB si financia su inversión de 100 M\$ con más de 45 M\$ de deuda, entonces la capacidad de deuda del proyecto es de 45 M\$.

¿Qué determina la capacidad de deuda de un proyecto? Probablemente, el primer determinante es la volatilidad de los flujos de caja del proyecto. ¿Son los flujos de caja del proyecto más volátiles o menos que los flujos de caja totales de la empresa? Si son más volátiles, el proyecto tendrá menor capacidad de deuda (como fracción del valor del proyecto) que la empresa. En otras palabras, si la empresa tiene una ratio de endeudamiento del 30%, entonces el proyecto con más riesgo puede tener una capacidad de deuda de solo un 20%. También se debería considerar hasta qué punto el proyecto de inversión contribuye a la diversificación de la empresa. Si incorporar el proyecto reduce la volatilidad de

los flujos de caja totales de la empresa por su efecto de diversificación, entonces el proyecto tendrá mayor capacidad de deuda. Por último, merece señalarse que las inversiones que se pueden vender fácilmente con una mínima pérdida de valor también pueden tener mayor capacidad de deuda. Tales proyectos hacen que las empresas sean más atractivas para las agencias de calificación, dado que pueden convertir fácilmente estos activos en efectivo en caso de tensión financiera, y por tanto ayudar a que la empresa evite el impago y la quiebra.

Está claro que estimar la capacidad de deuda de un proyecto es subjetivo, pero para las grandes inversiones, las empresas pueden hacerse una idea bastante buena de la capacidad de deuda del proyecto consultando a sus banqueros de inversión o hablando directamente con las agencias de calificación. (Véase el recuadro de Consejos del profesional que describe la interacción entre los tomadores de préstamos y las agencias de calificación crediticia). Si el proyecto se considera de alto riesgo, se puede sugerir que la empresa utilice más recursos propios y menos deuda en la combinación financiera, para reducir la posibilidad de un efecto contraproducente en su *rating* crediticio. Alternativamente, los banqueros y los analistas de crédito de las agencias de calificación pueden sugerir que el proyecto soporte deuda adicional. La idea importante es que los individuos externos a la empresa que no tienen intereses directos en si el proyecto se aprueba o no pueden ayudar imparcialmente a la empresa a evaluar la capacidad de deuda del proyecto.

¿Cuáles son los costes apropiados de la deuda y los recursos propios de un proyecto concreto? El proceso que recomendamos para determinar la capacidad de deuda del proyecto proporciona las ponderaciones apropiadas para la deuda y los recursos propios que se utilizan en nuestra fórmula del WACC. Ahora necesitamos determinar los costes relevantes de la deuda y los recursos propios del proyecto. Nuestra solución a este problema es muy simple: recomendamos calcular el WACC del proyecto utilizando estimaciones de los costes de la deuda y los recursos propios de la empresa, pero utilizando ponderaciones diferentes para ellos que reflejen la capacidad de deuda de los proyectos. Esto es obviamente un atajo, pero como mostraremos, si la capacidad de deuda se escoge apropiadamente, se llega a una estimación razonable de las diferencias entre los costes del capital de los diferentes proyectos utilizando los mismos costes de la deuda y los recursos propios para todos ellos. En efecto, este enfoque proporciona las tasas de descuento correctas si las diferencias en las capacidades de deuda entre los diferentes proyectos reflejan por completo las diferencias en el riesgo sistemático de los proyectos (esto es, los proyectos con más riesgo sistemático tienen menor capacidad de deuda).

Aunque este método es una aproximación, genera estimaciones del WACC del proyecto más elevadas para proyectos con más riesgo y con menor capacidad de deuda, y estimaciones del WACC más bajas para proyectos con menos riesgo y más capacidad de deuda. Para ilustrarlo, supongamos que el coste de los recursos propios de la empresa es del 12% y su coste de la deuda es del 4%. Supongamos también que el proyecto 1 tiene bastante riesgo y una

### ¿Sabía usted?

#### La historia de los *ratings* de los bonos

En 1914 John Moody comenzó a expandir la publicación de sus *ratings* a los bonos que emitían las ciudades de EEUU. Hacia 1924, los *ratings* de Moody's cubrían casi el 100% del mercado de bonos estadounidense.

En 1916 Standard Statistics (un predecesor de Standard & Poor's Corporation) comenzó a asignar *ratings* de deuda a los bonos corporativos. La empresa introdujo los *ratings* de los bonos municipales en 1940.

**C O N S E J O S   D E L**  
**P R O F E S I O N A L**
**El proceso de asignación de *rating*:  
una entrevista con Kevin Cassidy\***

El proceso de asignación de *rating* comienza cuando una empresa solicita que su deuda sea calificada por una agencia de calificación crediticia, como Moody's. Las empresas normalmente solicitan un *rating* porque se lo requiere un prestamista o bien porque quieren vender su deuda en el mercado. Una vez que la deuda de la empresa ha recibido un *rating* crediticio, la agencia de calificación continúa monitorizando el crédito de la empresa de forma regular a medida que la información está disponible para determinar si el *rating* asignado sigue siendo válido o debería aumentarse o disminuirse. En Moody's, los *ratings* crediticios son determinados por comités de calificación y no por analistas individuales. La composición del comité de calificación se basa en la experiencia y en la diversidad de opiniones. Su decisión procede del voto de la mayoría, y cada miembro del comité tiene un voto de igual peso.

Además de las revisiones periódicas, la agencia de calificación crediticia monitoriza cada una de las empresas y recalifica su deuda ante eventos especiales que podrían producir un cambio en su riesgo de impago. Ejemplos de estos eventos son la compra de otra empresa o un cambio en la política financiera, como la institución de un programa de recompra de acciones. Por ejemplo, el 29 de noviembre de 2006, Moody's Investors Service anunció la bajada de *rating* de la deuda del grupo de empresas Aleris International, Inc. de B2 a B1. El anuncio afirmaba que la bajada de calificación reflejaba (1) el incremento sustancial de la deuda consecuencia de la adquisición apalancada de la empresa, (2) sus debilitadas medidas de protección de la deuda, y (3) los riesgos de ejecución temporal del desapalancamiento, en particular para una compañía con márgenes relativamente reducidos y alta sensibilidad a los niveles de ventas. La idea clave es que las empresas pueden (y de hecho lo hacen) realizar acciones que resulten en un cambio de su *rating*.

\* Kevin Cassidy, Moody's Investors Service, vicepresidente/analista senior, Nueva York.

capacidad de deuda de tan solo el 20%, mientras que el proyecto 2 tiene mucho menos riesgo y una capacidad de deuda del 60%. En consecuencia, el WACC del proyecto 1 es:

$$(0,20 \times 4\%) + (0,80 \times 8\%) = 10,4\%, \quad \text{WACC del proyecto 1}$$

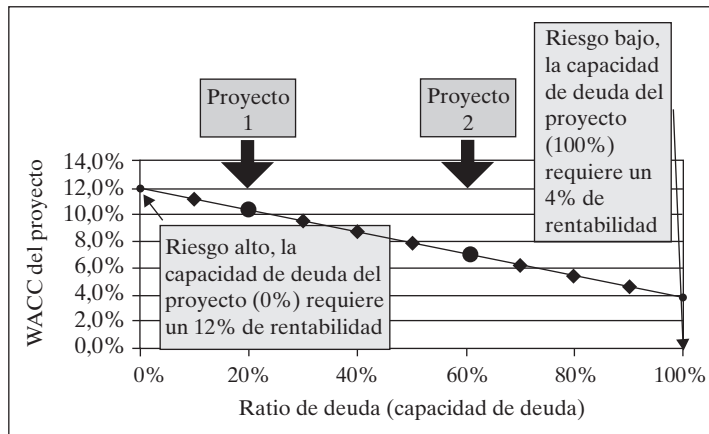
mientras que el WACC del proyecto 2 es solo:

$$(0,60 \times 4\%) + (0,40 \times 8\%) = 7,2\%. \quad \text{WACC del proyecto 2}$$

Como muestra este sencillo ejemplo, el enfoque del WACC específico del proyecto proporciona una forma inmediata de permitir a los defensores del proyecto discutir sobre las distintas tasas de descuento para los distintos proyectos, y al mismo tiempo plantea restricciones a la capacidad de los gerentes de pelear una tasa de descuento reducida para sus proyectos.

La Figura 5.4 ilustra los efectos de la capacidad de deuda sobre el WACC en proyectos cuyas capacidades de deuda se mueven del 0% al 100%. En la práctica, este rango será probablemente mucho más estrecho, pero las implicaciones son las mismas. Dentro de



**Figura 5.4** Capacidad de la deuda y WACC del proyecto

estas cotas, el WACC del proyecto que calculamos es función de la capacidad de deuda del proyecto y de los costes estimados de la financiación mediante deuda y recursos propios de la empresa (o de la división). La asunción clave que hacemos es que al tener en cuenta las diferencias entre las capacidades de deuda de los proyectos, estamos recogiendo por completo las diferencias en sus riesgos.

Resumiendo: ajustemos el WACC del proyecto mediante su capacidad de deuda. La asunción clave que estamos haciendo con el enfoque que hemos adoptado en el análisis del WACC específico del proyecto es que, al tener en cuenta las diferencias en la capacidad de deuda del proyecto, estamos recogiendo por completo las diferencias en el riesgo del proyecto. Esta es una asunción razonable para proyectos en la misma línea de negocio, y por tanto sujetos a los mismos factores de riesgo, pero que tienen distintas estructuras de costes y márgenes de beneficios, y por tanto distintas sensibilidades a estos factores<sup>10</sup>. Por ejemplo, a causa de las mejoras tecnológicas, las centrales eléctricas más recientes son más eficientes en gasto de combustible y tienen costes operativos más bajos por kWh que las centrales más antiguas. Como consecuencia, las centrales eléctricas con tecnología nueva tienen márgenes de beneficio mayores, lo que las hace menos propensas al riesgo y les otorga mayor capacidad de deuda.

Para ilustrar la mayor capacidad de deuda que proporciona la tecnología más eficiente de las centrales eléctricas, consideremos un ejemplo en el que una empresa está considerando la construcción de una nueva central de generación de energía o bien con la tecnología nueva (central nueva) o bien con la antigua (central antigua). La Tabla 5.5 contiene las características de las dos alternativas de central. En el panel a observamos que ambas centrales tienen la capacidad de producir 1.100 MWh al año; sin embargo, la central nueva incurre en unos costes de 8,99 M\$, mientras que la central antigua gastaría 10,2 M\$ para producir la energía

<sup>10</sup>Recuerde de las reflexiones anteriores que las empresas de la misma línea de negocio pueden tener diferentes niveles de apalancamiento operativo, lo que puede llevarlas a tener diferentes niveles de riesgo. En general, las empresas con mayor apalancamiento operativo utilizarán menos apalancamiento financiero.

deseada<sup>11</sup>. Si el precio unitario es de 12 \$ por kWh, entonces ambas centrales generan ingresos de 13.200.000 \$ al año, pero la central nueva ingresa 4.210.000 \$ de beneficio operativo comparados con los 3.000.000 \$ de la central antigua y menos eficiente. *Ceteris paribus*, la

**Tabla 5.5 Utilizar la capacidad de deuda para ajustar el riesgo del proyecto: central nueva vs. central antigua**

<b>Panel a. Costes operativos, riesgo operativo y capacidad de deuda</b>						
		<b>Central nueva</b>	<b>Central antigua</b>			
Capacidad anual en kWh		1.100.000	1.100.000			
Costes operativos fijos		8.000.000 \$	8.000.000 \$			
Costes operativos variables por kWh		0,90 \$	2,00 \$			
Costes operativos totales a pleno rendimiento		8.990.000 \$	10.200.000 \$			
<b>Ingresos operativos</b>					<b>% variación en los ingresos operativos</b>	
<b>Precio/kWh</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Central nueva</b>	<b>Central antigua</b>	<b>% variación en los ingresos</b>	<b>Central nueva</b>	<b>Central antigua</b>
10 \$	11,0 M\$	2,01 M\$	0,80 M\$			
12 \$	13,2 M\$	4,21 M\$	3,00 M\$	20,0%	109%	275%
14 \$	15,4 M\$	6,41 M\$	5,20 M\$	16,7%	52%	73%
16 \$	17,6 M\$	8,61 M\$	7,40 M\$	14,3%	34%	42%
<b>Panel b. Capacidad de deuda y riesgo de los recursos propios</b>						
Deuda		25,125 M\$	10 M\$			
Tipo de interés		8,0%	8,0%			
Gasto por intereses		2,01 M\$	0,8 M\$			
Tipo impositivo		30%	30%			
<b>Ingresos netos</b>						
<b>Precio/kWh</b>	<b>Central nueva</b>	<b>Central antigua</b>				
10 \$	—	—				
12 \$	1,54 M\$	1,54 M\$				
14 \$	3,08 M\$	3,08 M\$				
16 \$	4,62 M\$	4,62 M\$				

<sup>11</sup>Estos cálculos se basan en la asunción de que ambas centrales gastan 8 M\$ al año en costes operativos fijos pero que la central nueva incurre solo en 0,90 \$ por kWh, mientras que la central antigua (que es mucho menos eficiente) gasta 2,00 \$ por kWh. Nótese que fijamos la capacidad de generación de energía de modo que los cambios en los beneficios operativos dependan únicamente del precio de la energía eléctrica por kWh, así que el coste total de producir los 1.100 MWh queda fijado para las dos centrales.

central nueva es claramente más valiosa y tendrá mayor capacidad de deuda total debido a su valor más elevado. Además, la central nueva tendrá mayor capacidad de deuda como porcentaje de su valor porque sus beneficios son menos volátiles ante cambios en los precios de la energía eléctrica<sup>12</sup>. Para comprender esto, considere los efectos de una caída de precio de 12 \$ a 10 \$ por kWh (una caída del 16,7%). Suponiendo que ambas centrales continúan funcionando a pleno rendimiento, el beneficio operativo de la central nueva caerá un 52%, pero el de la central antigua caerá un 73%. Esta sensibilidad mayor de la central antigua a los cambios de precio significa que su capacidad de deuda es menor que la de la central nueva.

En el panel b de la Tabla 5.5 suponemos que la central antigua está financiada con 10 M\$ en deuda al 8% de interés. Observe que, si la financiación de la central nueva es igual a 25,125 M\$ de deuda al 8%, ambas centrales producirán los mismos ingresos netos independientemente del precio de la electricidad. En consecuencia, si este es el caso, los flujos de caja de los recursos propios de ambas centrales serán iguales, lo que significa que la probabilidad de impago de ambas emisiones de deuda será la misma, y también lo serán los costes de la deuda y los recursos propios de ambas centrales. Sin embargo, como mencionamos antes, el WACC específico del proyecto será diferente para cada central; la central nueva tendrá un WACC menor dado que, en proporción a su valor, se financia con menos deuda.

El ejemplo anterior ilustra que es probable que el enfoque del WACC específico del proyecto funcione muy bien para proyectos muy similares en todos los aspectos salvo el riesgo. En proyectos de líneas de negocio muy diferentes, sin embargo, el enfoque es claramente imperfecto. Por ejemplo, las diferencias de capacidad de deuda entre el negocio de refinado y el negocio químico de una compañía petrolera integral pueden ser un buen indicador de las diferencias entre sus costes del capital. Sin embargo, debería enfatizarse que esto es solo una aproximación, dado que puede haber diferencias inherentes entre las betas de los negocios químico y de refinado que no se capturen por completo mediante las diferencias de sus capacidades de deuda respectivas.

Antes de concluir la exposición de este enfoque, hay que reseñar que incluso en el caso de las empresas con una única línea de negocio, la capacidad de deuda de cualquier proyecto de inversión individual puede parecer muy diferente a la ratio de endeudamiento global de la empresa. Por ejemplo, considere una empresa de manufactura con valor de mercado de 2.500 M\$ que posee un cierto número de fábricas con un valor agregado de 1.500 M\$. ¿Por qué es el valor de mercado de la empresa tan inferior al valor de sus activos? La respuesta es que el valor de mercado de la empresa no solo refleja el valor de sus activos, sino también el valor acumulado de todas las oportunidades futuras de que la empresa aborde inversiones con VAN positivo. En este caso, 1.000 M\$ del valor de la empresa representan el hecho de que tiene oportunidades reales de emprender tales inversiones.

Si la empresa tiene 500 M\$ de deuda pendiente, entonces su ratio de endeudamiento (en términos de valor de mercado) es  $500 \text{ M\$} / 2.500 \text{ M\$} = 20\%$ . Al calcular el WACC de la empresa, utilizamos ponderaciones provenientes del valor de mercado de 0,20 para la deuda y 0,80 para los recursos propios. Sin embargo, si cada nueva central puede financiarse como las anteriores, con el 33% de deuda, entonces el WACC específico del proyecto pondría más peso en la deuda y sería por tanto inferior al WACC de la empresa. Dicho de otro modo, las oportunidades de crecimiento de la empresa pueden tener una capacidad de deuda de cero, al tiempo que la capacidad de deuda de los activos operativos de la empresa es del 33%.

---

<sup>12</sup>Se asume que ambas centrales continúan operando a pleno rendimiento aunque cambien los precios de la electricidad.

## 5.4. TASAS CRÍTICAS DE RENTABILIDAD Y COSTE DEL CAPITAL

En este capítulo hemos expuesto varias formas en que las empresas pueden determinar el coste del capital asociado a un determinado proyecto de inversión. La teoría tradicional sugiere que para evaluar un proyecto, las empresas deberían descontar sus flujos de caja al coste del capital del proyecto, y aprobarlo si el VAN calculado sale positivo. En la práctica, sin embargo, las empresas tienden a descontar los flujos de caja utilizando tasas de descuento, a menudo conocidas como tasas críticas de rentabilidad, que superan los costes del capital apropiados para el proyecto que se evalúa. Por ejemplo, no es raro ver tasas críticas tan altas como el 15% para empresas con WACC (de la empresa o de un proyecto) tan bajas como un 10%. En otras palabras, las empresas suelen exigir de los proyectos un colchón (o margen de seguridad) sustancial de VAN para aprobarlos. Por ejemplo, la mayor parte de los gerentes no son proclives a invertir en un proyecto con un desembolso inicial de 100 M\$ si el VAN del proyecto es solo 200.000 \$. En teoría, este es un proyecto con VAN positivo que añadiría 200.000 \$ al valor de la empresa. En la práctica, la mayor parte de los gerentes consideraría demasiado pequeño un colchón de VAN de 0,2% del desembolso inicial del proyecto.

### Proyectos mutuamente excluyentes

Hay varias razones por las que tiene sentido exigir un colchón de VAN o, equivalentemente, una tasa crítica de rentabilidad que supere el coste del capital del proyecto. La primera razón, y probablemente la más importante, es que la mayor parte de las empresas no creen que el WACC, que es el coste de oportunidad que calculamos a partir de los mercados de capital, sea el coste de oportunidad apropiado. Los mercados de capital proporcionan el coste de oportunidad adecuado para empresas que no tienen restricciones y pueden emprender todas las inversiones con VAN positivo. Sin embargo, para las empresas que tienen restricciones que limitan el número de proyectos que pueden aceptar, el coste de oportunidad del capital refleja el rendimiento de las inversiones alternativas que se pueden estar dejando pasar. Más concretamente, el coste de oportunidad del capital debe reflejar la tasa de rentabilidad a la que se renuncia al rechazar el siguiente proyecto como consecuencia de aprobar el actual. Por ejemplo, supongamos que una empresa tiene que elegir entre dos proyectos con riesgos equivalentes y que el primer proyecto puede generar una TIR esperada del 18%. Si aprobar el segundo proyecto impide aprobar el primero, entonces el coste del capital apropiado que se debería utilizar para evaluar el segundo proyecto es el 18%, y no el coste del capital.

### Las tasas críticas de rentabilidad elevadas pueden incentivar mejor a los defensores del proyecto

Al exigir una tasa crítica de rentabilidad elevada, las empresas pueden estar indicando que tienen buenas oportunidades de inversión, lo que tiene la ventaja añadida de que motiva a los defensores del proyecto a buscar proyectos mejores. Por ejemplo, si la alta dirección establece una tasa crítica de rentabilidad corporativa del 12%, los defensores de un proyecto estarán felices si la TIR de su propuesta es del 13%. Sin embargo, con una tasa crítica del 15%, los defensores del proyecto tendrán que esforzarse más y negociar más duramente con los proveedores y los socios estratégicos para llegar a un plan de inversión que alcance esa tasa crítica. En efecto, podemos imaginar situaciones en las que una tasa crítica elevada

ayude de hecho en el proceso de negociación. Por ejemplo, suponga que un proyecto rentable requiere la participación de dos empresas que están acordando un trato para repartirse los beneficios del proyecto. Suponga ahora que la primera empresa exige una tasa crítica muy elevada para los proyectos de inversión, pero la segunda no. En una situación así, la segunda empresa puede estar dispuesta a hacer concesiones a la primera para conseguir que el proyecto se apruebe.

## Cómo tomar en consideración las proyecciones optimistas y los sesgos de selección

En general, las proyecciones de flujos de caja no son muy precisas, incluso aunque sean estimaciones no sesgadas. Sin embargo, el proceso que se utiliza para seleccionar los proyectos a menudo induce un sesgo optimista en las proyecciones de los flujos de caja en los proyectos que al final se aprueban. Como resultado, por lo general tiene sentido utilizar una tasa crítica de rentabilidad elevada para compensar las proyecciones optimistas de los flujos de caja.

Para comprender cómo pueden aparecer estos sesgos es útil considerar una inversión por la que varias empresas están compitiendo. Por ejemplo, un conglomerado de empresas puede estar vendiendo una de sus divisiones, y la venderá al mejor postor. En esta situación, podemos esperar que entre cinco y diez empresas evalúen la división y hagan una oferta algo más baja que sus estimaciones. En esta situación, es probable que el mejor postor tenga la proyección más optimista de los flujos de caja futuros de la división, y por tanto la valoración más elevada del negocio.

Los teóricos de las subastas han acuñado el término “maldición del ganador” para expresar la idea de que es probable que el mejor postor de una subasta se haya pasado de optimista y por tanto haya pujado de más. (Véase el recuadro de Consejos de comportamiento sobre la maldición del ganador). Para contrarrestar esta tendencia a pagar de más en situaciones similares a una subasta, los teóricos recomiendan que las empresas oculten sus pujas para reflejar el hecho de que es probable que para ganar hayan sido demasiado optimistas. Una forma de conseguir esto es exigir tasas críticas de rentabilidad muy elevadas cuando se evalúan proyectos en situaciones parecidas a una subasta. Para los negocios más difíciles de valorar y en las situaciones en que es probable que haya más postores, la maldición del ganador es más severa. En tales circunstancias, se aconseja una tasa crítica de rentabilidad todavía más elevada.

### CONSEJOS DE COMPORTAMIENTO

#### La maldición del ganador

La maldición del ganador es una parte innegable de nuestra cultura. Groucho Marx lo ilustró en una ocasión con su famoso comentario: “Nunca formaré parte de un club que me admitiese como miembro”. Woody Allen (en la película *Annie Hall*) aplicó después la misma lógica en su reticencia a establecer una relación con una mujer que estuviese interesada en él. Allen consideraba esta tendencia como una de sus múltiples neurosis. Sin embargo, los economistas reconocen la tendencia a devaluar lo que está disponible para nosotros como respuesta racional a un entorno en el que tenemos información imperfecta.

Una situación similar se da cuando una empresa escoge entre una serie de propuestas de inversión. Es probable entonces que la empresa escoja los proyectos que parezcan más atractivos; y en general es probable que estos proyectos sean los mejores, pero también podría ser que en el fondo no sean tan atractivos como parecen. De nuevo, una tasa crítica de rentabilidad elevada compensa el hecho de que las proyecciones de los flujos de caja de los proyectos elegidos serán probablemente optimistas.

Para comprender la importancia de este sesgo de selección, considere una universidad que admite solo estudiantes con notas de selectividad muy elevadas. En promedio, los estudiantes serán brillantes, pero quizá no tanto como sus notas de selectividad sugieren. Al admitir alumnos basándose en su puntuación de selectividad, la universidad captará estudiantes que en efecto son más inteligentes que la media, pero que también tienen de algún modo más suerte que la media. Los estudiantes con capacidad de conseguir un 8,5 en selectividad, pero que tienen mala suerte y solo sacan un 8, serán rechazados; mientras que los estudiantes con capacidad de conseguir un 8 pero que tienen suerte y sacan un 9 serán aceptados. Por tanto, en promedio los estudiantes que esta universidad admite tenderán a tener puntuaciones de selectividad superiores a sus capacidades reales. Por razones similares, hay que suponer que los proyectos de inversión que se aprueban tendrán proyecciones de flujos de caja que superarán sus flujos de caja reales, lo que a su vez sugiere que deberían evaluarse utilizando una tasa crítica de rentabilidad que supere el verdadero coste del capital.

## 5.5. RESUMEN

La valoración de flujos de caja descontados requiere dos datos de entrada importantes: las estimaciones de los flujos de caja futuros y las tasas de descuento. En los Capítulos 2 y 3 hemos hablado de los flujos de caja, y en el Capítulo 4 nos hemos centrado en las tasas de descuento que se pueden utilizar para valorar empresas en su conjunto. En este capítulo hemos examinado la tasa de descuento apropiada que las empresas deberían utilizar para valorar cada proyecto de inversión concreto.

En general, las tasas de descuento de los proyectos que se desprenden de la teoría académica difieren sustancialmente de la práctica habitual en la industria. La teoría sugiere que las empresas deberían evaluar cada proyecto de inversión con su propia tasa de descuento, que refleje tanto la capacidad de deuda como los riesgos específicos de la inversión; en la práctica, las empresas a menudo utilizan su WACC único para valorar todas sus inversiones. Hay dos razones muy prácticas para ello: en primer lugar, el coste del capital es un concepto subjetivo, complicado de estimar en empresas cotizadas e incluso más complicado en un proyecto en concreto; en segundo lugar, dar a los defensores de un proyecto manga ancha en la selección de la tasa de descuento apropiada puede crear sesgos gerenciales peores que los que genera la utilización de una tasa única de descuento. Esto es, los gerentes demasiado optimistas u oportunistas pueden gastar tiempo y recursos valiosos para persuadir a los evaluadores de que valoren su proyecto con tasas de descuento que halgan que parezca mejor de lo que realmente es.

En la práctica las empresas utilizan tres enfoques para determinar la tasa de descuento que deben utilizar al valorar alternativas de inversión. El enfoque más habitual consiste en utilizar un WACC único para todos los proyectos de toda la empresa. Para las empresas que operan muchas divisiones cuyos riesgos y patrones de financiación de los proyectos son diversos, a menudo se utiliza un WACC divisional. Por último, algunas empresas esti-

man un WACC específico del proyecto, cuando este es tan relevante para la empresa que las ventajas de calcular una estimación a medida del WACC del proyecto son evidentes. Hemos comentado dos variantes importantes del WACC del proyecto: la primera se aplicaba a inversiones con financiación del proyecto (*i. e.*, deuda sin recurso); la segunda abarcaba los proyectos financiados por la empresa. En el último caso, el analista tiene la tarea añadida de estimar la capacidad de deuda del proyecto.

## PROBLEMAS

**5.1. OPTIMISMO DEL INVERSOR Y COSTE DEL CAPITAL.** Los proyectos de inversión ubicados en Indonesia y en otros mercados emergentes frecuentemente tienen un riesgo sistemático bajo, lo que implica que las tasas de descuento apropiadas para ellos son bastante reducidas. En la práctica, la mayor parte de las empresas (con algunas excepciones muy notables) utilizan tasas de descuento muy elevadas para estos proyectos. Una explicación común de esta práctica es que la empresa que invierte utiliza tasas de descuento elevadas para intentar compensar los efectos de las estimaciones optimistas de los flujos de caja. ¿Es una buena idea ajustar las tasas de descuento para reflejar el riesgo de que las proyecciones de flujos de caja sean demasiado optimistas, o deberían ajustarse los mismos flujos de caja?

**5.2. CALCULAR EL WACC DE UNA EMPRESA Y EL WACC DE UN PROYECTO.** La estructura de capital actual de Amgel Manufacturing Company se compone de un 30% de deuda y un 70% de recursos propios (según su valor de mercado). La beta de los recursos propios de Amgel es 1,20, y la beta de su deuda es 0,29. Además, el tipo de interés libre de riesgo es actualmente del 4,25%, a partir de los bonos a largo plazo del Gobierno. El banquero de inversión de Amgel indicó a la empresa que, de acuerdo con sus estimaciones, la prima de riesgo del mercado es del 5,25%.

- a. ¿Cuál es su estimación del coste de los recursos propios de Amgel (según el CAPM)?
- b. Si el tipo impositivo marginal de Amgel es del 35%, ¿cuál es el WACC global de la empresa?
- c. Amgel está considerando una expansión importante de su negocio actual. El banquero de inversión de la empresa estima que Amgel puede pedir prestado el 40% de los fondos necesarios y mantener al tiempo su *rating* crediticio actual y el tipo de interés de la deuda. Estime el WACC de este proyecto.

**5.3. EJERCICIO CONCEPTUAL.** El término “tasa crítica de rentabilidad” se utiliza a menudo en el contexto de la evaluación de proyectos y en ocasiones se usa para referirse a la tasa de descuento ajustada al riesgo, *i. e.*, la tasa de rentabilidad exigida a un proyecto con un determinado nivel de riesgo. La tasa de descuento ajustada al riesgo se refiere al coste del capital o coste de oportunidad de obtener fondos para financiar una inversión, y las tasas críticas de rentabilidad son generalmente superiores al coste del capital. ¿Por qué utilizaría una empresa una tasa crítica de rentabilidad superior al coste de su capital?

**5.4. EJERCICIO CONCEPTUAL.** Pérez SA es una sociedad anónima pero está fuertemente controlada por Francisco Pérez, el nieto del fundador. El señor Pérez está bastante seguro de su capacidad de evaluar inversiones en todos los aspectos del negocio. La situación en Pérez SA es muy diferente de la de Gómez SA, aunque tienen líneas de negocio muy simi-

lares. Gómez SA tiene un director ejecutivo menos poderoso que delega en gran medida el control a los directores de las diversas unidades de negocio de la empresa. De hecho, José Gómez, el director ejecutivo de la empresa, se reúne con los directores de las unidades de negocio y conjuntamente deciden la asignación del capital. Comente cómo y por qué Pérez SA y Gómez SA podrían utilizar enfoques diferentes para determinar las tasas de descuento que utilizan para evaluar sus proyectos.

**5.5. WACC DIVISIONAL.** En 2006 Anheuser-Busch Companies, Inc., (BUD) comenzó la producción y distribución de cerveza en todo el mundo, a través de sus cuatro segmentos de negocio: cerveza nacional, cerveza internacional, envasado y ocio. El segmento de cerveza nacional ofrece cervezas de las marcas Budweiser, Michelob, Busch y Natural en los Estados Unidos, además de varios productos especiales como la cerveza sin alcohol, licores de malta, bebidas especiales de malta y bebidas energéticas. El segmento de cerveza internacional comercializa Budweiser y otras marcas fuera de los Estados Unidos, y opera fábricas de cerveza en el Reino Unido y China; además, negocia y administra las licencias y los acuerdos de fabricación de cerveza con varios fabricantes extranjeros. El segmento de envasado fabrica latas de cerveza, compra y vende envases de bebidas de aluminio usados y recicla envases de aluminio. Por último, el segmento de ocio posee y explota parques temáticos.

En 2005, Anheuser-Busch presentó los siguientes ingresos y beneficios netos por segmento:

(Millones de dólares)	Cerveza nacional	Cerveza internacional	Envasado	Ocio
<b>2005</b>				
Ingresos brutos	10.121,00	864,00	1.831,50	904,40
Beneficio antes de impuestos	2.293,40	70,10	120,40	215,10
Ingresos de RRPP	—	147,10	—	—
Beneficio neto	1.421,90	433,70	74,60	133,40

Suponga que le acaban de encomendar la responsabilidad de evaluar el coste divisional del capital de cada uno de los segmentos de negocio.

- Resuma su enfoque general para evaluar el coste del capital de cada uno de los segmentos de negocio.
- ¿Debería afectar a su análisis el hecho de que 1.156 M\$ de los ingresos del segmento de envasado provienen de ventas internas a otros segmentos de Busch? Si es así, ¿de qué modo?

**5.6. WACC ESPECÍFICO DEL PROYECTO.** En 2005, la capacidad mundial de los generadores de energía eólica era apenas inferior a 60.000 megavatios. Esto constituye menos del 1% del consumo mundial de electricidad, pero en Dinamarca la energía eólica suministra más



del 20% de la electricidad. Además, el uso de la energía eólica ha crecido rápidamente en los últimos años: se ha cuadruplicado entre 1999 y 2005. Las características clave de la energía eólica son el gran desembolso inicial de capital y sus reducidos costes de funcionamiento, ya que el viento es gratis. Combinada con los avances en la tecnología de los aerogeneradores, esta fuente alternativa de energía limpia se presenta como una de las más prometedoras del futuro.

Gusty Power Company (GPC) de Amarillo, Texas, construye y explota parques eólicos que producen electricidad que vende después a la red eléctrica. Plains Energy Company de Plainview, Texas, ha contactado recientemente con GPC para construir uno de los parques eólicos más grandes del mundo. Plains Energy es un productor independiente de energía que normalmente vende toda la electricidad que genera a la red eléctrica a precio de mercado. Sin embargo, en esta ocasión Plains se las ha arreglado para vender toda su producción a un consorcio de compañías energéticas de la zona a un precio fijado por contrato para un largo periodo. Supongamos que el proyecto genera flujos de caja perpetuos (PFCF anual de 8 M\$), que el principal de la deuda nunca se repaga, que los gastos de capital (CAPEX) son iguales a la amortización en cada periodo, y que el tipo impositivo es del 35%.

El proyecto requiere una inversión de 100 M\$ y Plains ha conseguido un préstamo de 80 M\$ sin recurso al resto de sus activos. El préstamo tiene un tipo de interés del 7%, que refleja las condiciones de mercado actuales de los préstamos de esta clase. Plains invertirá 10 M\$ en el proyecto, y el resto lo proporcionarán dos compañías energéticas locales que son parte del consorcio que comprará la electricidad que genere el proyecto.

- a. ¿Cuál es el WACC específico del proyecto calculado utilizando el valor en libros de la deuda y los recursos propios como porcentaje del coste de 100 M\$ del proyecto? Dada esta estimación del WACC, ¿cuál es el valor del proyecto?
- b. Reevalúe el WACC específico del proyecto utilizando su estimación del valor del proyecto del apartado a como base para sus ponderaciones. Utilice este WACC para reestimar el valor del proyecto, y recalcule entonces las ponderaciones del WACC de financiación del proyecto utilizando esta estimación modificada del WACC. Repita este proceso hasta que el valor del proyecto converja a un valor estable. ¿Cuál es el valor del proyecto? ¿Cuál es el WACC de financiación del proyecto?
- c. Reevalúe el WACC específico del proyecto y el valor del proyecto si el contrato impone una tasa de incremento anual del PFCF del 2,5% a partir del segundo año de vida del proyecto.

5.7. WACC DEL PROYECTO UTILIZANDO FINANCIACIÓN DE LA EMPRESA. En el otoño de 2008, Pearson Electronics, que fabrica circuitos impresos para un amplio abanico de aplicaciones, desde automóviles hasta lavadoras, estaba considerando si invertir o no en dos grandes proyectos. El primero era una nueva fábrica en Omaha, Nebraska, que reemplazaría a una más pequeña en Charleston, Carolina del Sur. La fábrica costaría 50 M\$, lo que incluye su construcción y la incorporación de los equipos de fabricación y ensamblado más modernos del mercado. La inversión alternativa consistía en expandir la antigua fábrica de Charleston para que pudiera igualar la capacidad de la fábrica de Omaha y modernizar parte de los equipos, con un coste de 30 M\$. Dada la ubicación de la fábrica de Charleston, sin embargo, no sería posible modernizar por completo la fábrica por falta de espacio disponible. El resultado final, entonces, es que la alternativa de modernización de la fábrica de Charleston no puede igualar los costes operativos unitarios de la alternativa de última generación de Omaha.

Una analista financiera con experiencia de Pearson, Shirley Davies, hizo proyecciones exhaustivas de los flujos de caja de ambas alternativas, pero estaba confusa respecto a la tasa o tasas de descuento que debería utilizar para evaluarlas. El WACC de la empresa se estimaba en 9,12%, basándose en un coste de los recursos propios del 12% y un coste después de impuestos de la deuda de 4,8%. No obstante, este cálculo reflejaba una ratio de deuda/valor del 40% para la empresa, que a ella le parecía irreal para las dos inversiones planteadas. De hecho, las conversaciones con el banquero de inversión de la empresa revelaron que Pearson podría pedir prestado un máximo de 12 M\$ para financiar la nueva fábrica de Omaha, pero no más de 5 M\$ para modernizar y expandir la fábrica de Charleston sin poner en peligro el *rating* actual de la empresa. Aunque no estaba totalmente claro por qué eran diferentes las capacidades de deuda de las dos fábricas, Shirley sospechaba que un factor principal era que la planta de Omaha era más eficiente en costes y ofrecía una perspectiva de flujos de caja mucho mayor.

- a. Suponiendo que el banquero de inversión está en lo cierto, utilice las ponderaciones de los valores en libros para estimar los costes específicos del capital de los dos proyectos. (Pista: la única diferencia en el cálculo del WACC son las capacidades de deuda de los dos proyectos).
- b. ¿Cómo afectaría a su análisis de los WACC específicos de los proyectos si el director ejecutivo de Pearson decidiera desapalancar la empresa utilizando recursos propios para financiar la mejor de las dos alternativas (*i. e.*, la nueva fábrica de Omaha o la expansión de la fábrica de Charleston)?

5.8. WACC ESPECÍFICO DEL PROYECTO UTILIZANDO FINANCIACIÓN DE LA EMPRESA. Lampkin Manufacturing Company tiene dos proyectos. El proyecto A consiste en construir un añadido a la fábrica principal de la empresa. La expansión de la fábrica añadirá costes operativos fijos iguales a 200 M\$ al año y costes variables iguales al 20% de las ventas. El proyecto B, por otra parte, consiste en externalizar la fabricación añadida a una empresa especializada en Silicon Valley. El proyecto B tiene unos costes fijos de tan solo 50.000 \$ al año, y por tanto un apalancamiento operativo más bajo que el proyecto A, mientras que sus costes variables son muy superiores: el 40% de las ventas. Por último, el proyecto A tiene un coste inicial de 3,2 M\$ mientras que el proyecto B costará 3,4 M\$.

Cuando surgió la pregunta de qué tasas de descuento debería utilizar la empresa para evaluar los dos proyectos, el director financiero de Lampkin, Paul Keown, llamó a su viejo amigo Arthur Laux, que trabaja como banquero de inversión para Lampkin.

“Art, estamos intentando decidir cuál de las dos inversiones deberíamos abordar, y necesito tu consejo sobre los costes del capital de nuestra empresa y las capacidades de deuda de ambos proyectos. Le he pedido a mi ayudante que te envíe las descripciones de los dos por correo electrónico. Necesitamos expandir la capacidad de nuestra fábrica, y estos dos proyectos representan formas muy distintas de conseguirlo. El proyecto A consiste en una expansión tradicional que cuesta 3,2 M\$, mientras que el proyecto B depende fuertemente de contratos de externalización y nos costará un poco más al principio, 3,4 M\$, pero tendrá costes operativos fijos anuales muy inferiores. Lo que quiero saber es cuánta deuda podemos utilizar para financiar cada proyecto sin poner en peligro nuestro *rating*. Soy consciente de que es una cuestión muy subjetiva, pero sé que tienes unos analistas brillantes que podrán darnos una opinión muy valiosa”.

Art respondió:

“Paul, no puedo responder de cabeza a tus preguntas, pero pondré a uno de mis analistas con ello y te llamaré al final del día”.

Al día siguiente, Art dejó este mensaje en el contestador de Paul:

“Paul, tengo algunas sugerencias sobre la capacidad de deuda de tus proyectos y los costes del capital actuales de Lampkin. Mis chavales piensan que probablemente tenéis capacidad para 1.200.000 \$ en deuda nueva si lleváis a cabo la expansión tradicional de la fábrica (el proyecto A). Si os decidís por el proyecto B, estimamos que podríais pedir prestados hasta 2.400.000 \$ sin notar mucha presión por parte de las agencias de calificación crediticia. Además, si las agencias de calificación cooperan como esperamos, podemos colocar esa deuda a un 5%. Nuestros analistas también han hecho un estudio del coste de los recursos propios de vuestra empresa, y lo estiman en un 10% a fecha de hoy. Llámame si puedo ayudarte en algo más”.

- a. Suponiendo que el banquero de inversión de Lampkin está en lo cierto, utilice las ponderaciones del valor en libros para estimar los costes del capital específicos de los dos proyectos. (Pista: la única diferencia en el cálculo del WACC son las capacidades de deuda de los dos proyectos).
- b. ¿Cómo afectaría a su análisis de los WACC específicos de los proyectos si el director ejecutivo de Lampkin decidiera desapalancar la empresa utilizando recursos propios para financiar la mejor de las dos alternativas (*i. e.*, el proyecto A o el B)?

## PALABRAS CLAVE

Beta de la cartera  
Capacidad de deuda  
Costes de influencia  
Empresas comparables  
Flujo a recursos propios  
Maldición del ganador  
Tasas críticas de rentabilidad  
Tasas de descuento múltiples  
WACC de financiación del proyecto



# Valoración de empresas

La estimación del valor de una empresa es un desafío. En la Parte III de este libro aplicamos una combinación de múltiplos basados en el mercado (Capítulo 6) y la metodología DCF (Capítulo 7), desarrollada en capítulos anteriores, para estimar el valor de una empresa. En el Capítulo 8 nos centraremos en el problema de la valoración de empresas desde el punto de vista de un inversor de capital privado. Esto incluye a los inversores de capital riesgo que quieren llegar a un acuerdo con un empresario para intercambiar capital por una parte del negocio, así como las empresas de compra apalancada, que utilizan cantidades significativas de dinero prestado y unos recursos propios relativamente escasos para comprar unidades de negocio completas. Aunque hay diferencias importantes entre todos estos enfoques, la lógica de todos ellos se basa en la metodología DCF tradicional.

En el Capítulo 9 cambiamos en cierto modo el punto de vista y nos centramos en el hecho de que, además de valorar proyectos de inversión según su VAN, los gerentes a menudo consideran de qué modo puede un proyecto de inversión influir en el beneficio por acción de su

empresa. Comentaremos por qué los gerentes tienen incentivos para mejorar el beneficio por acción en lugar de para crear valor a largo plazo, lo que llevará a una reflexión sobre la evaluación de los resultados. La desconexión potencial entre la creación de valor a largo plazo y la mejora del beneficio por acción es algo que desde hace tiempo saben los consultores que utilizan el análisis DCF para diseñar métodos para evaluar y recompensar a los gerentes.

# Valoración relativa mediante comparables de mercado

## Presentación del capítulo

**E**n este capítulo explicamos la valoración relativa, o valoración mediante comparables de mercado, una técnica que a menudo se utiliza para valorar negocios, unidades de negocio y otras inversiones relevantes. Presentamos el uso de la valoración relativa en el contexto de un problema al que prácticamente todo el mundo se ha enfrentado: la valoración de un inmueble residencial. Los criterios de valoración relativa a menudo se contemplan como sustitutos del análisis DCF que describimos en los capítulos anteriores. Como ilustra este capítulo, el enfoque DCF puede considerarse la base conceptual de la mayor parte de los criterios de valoración relativa, y los dos enfoques son complementarios.

## 6.1. INTRODUCCIÓN

La **valoración relativa** utiliza los precios de mercado observados en las transacciones para calcular el valor de una empresa u oportunidad de inversión. Si está considerando vender su casa, podría estimar el precio de venta adecuado mirando **comparables de mercado**. Por ejemplo, podría calcular la ratio del precio de las casas vendidas recientemente en el vecindario entre sus metros cuadrados, y multiplicar este número por la superficie en metros cuadrados de su propia casa para estimar cuál podría ser el precio de venta. Para las inversiones que producen ingresos, los analistas consideran ratios adicionales, que incluyen los valores de mercado entre varias medidas de ingresos y flujos de caja, las ventas o el valor en libros de las transacciones recientes.

Hasta este momento hemos estimado el valor de una inversión descontando flujos de caja, lo que requiere que el analista proyecte los flujos de caja futuros esperados, así como una tasa de descuento apropiada. Como mostramos en este capítulo, valorar inversiones mediante comparables de mercado en esencia resuelve el mismo problema utilizando información diferente. En concreto, en lugar de intentar estimar los flujos de caja futuros, este enfoque utiliza la información de los precios de mercado de transacciones comparables. La asunción crítica de este método de valoración es que las transacciones comparables son realmente comparables a la inversión que se está evaluando.

Aunque la valoración relativa no tiene mucha ciencia, la aplicación exitosa de esta metodología requiere una habilidad considerable. Para ayudarle a desarrollar esta habilidad, hemos organizado el capítulo del siguiente modo: en la Sección 6.2 presentamos la valoración relativa mediante ejemplos de inmuebles residenciales y comerciales. Aquí mostraremos los elementos esenciales del proceso de valoración mediante comparables, y expondremos el vínculo entre los múltiplos de la valoración relativa y la valoración DCF. En la Sección 6.3 comentamos el uso de comparables para valorar un negocio o empresa en su conjunto. Aquí veremos que una de las ratios de valoración más populares es el valor de la empresa sobre el EBITDA. En la Sección 6.4 explicamos el uso del múltiplo del precio/beneficio para valorar los recursos propios ordinarios de una empresa, que es posiblemente el uso más habitual de la valoración relativa. La Sección 6.5 expone la valoración de los recursos propios de una empresa cuando sus acciones salen a bolsa por primera vez (*i. e.*, una oferta pública inicial). En la Sección 6.6 comentamos una serie de cuestiones críticas que surgen al utilizar la valoración relativa mediante comparables de mercado. Por último, la Sección 6.7 contiene un resumen del capítulo.

## 6.2. VALORACIÓN MEDIANTE COMPARABLES

La valoración relativa utilizando comparables de mercado es un proceso de cuatro pasos. Para mostrarlos, consideremos la valoración de una gasolinera de Tulsa, Oklahoma.

### **Paso 1: Identificar inversiones similares o comparables y sus precios de mercado recientes.**

Este es el paso crítico del proceso; la calidad de la estimación final depende de cómo de cuidadosos seamos al equiparar los comparables a la inversión que estamos valorando.

**Ejemplo:** En los últimos seis meses se han vendido dos gasolineras en Tulsa. Los precios de venta y otros datos pertinentes están disponibles para el análisis.

**Paso 2: Calcular una “métrica de valoración” para valorar el activo.** Esto consiste en identificar un atributo clave de la inversión que estamos valorando y dividirlo entre los precios de mercado de los comparables para obtener una ratio de valoración. Algunos ejemplos de atributos que se utilizan frecuentemente son el beneficio por acción (cuando se valoran acciones ordinarias), el número de metros cuadrados (cuando se valora una casa o un edificio) o el EBITDA (cuando se valora una empresa). Una vez calculadas las ratios de valoración de los comparables, normalmente tomamos su media para calcular la ratio de valoración que utilizaremos.

**Ejemplo:** La valoración de inversiones como la gasolinera de Tulsa habitualmente utiliza una ratio de valoración basada en alguna definición de ingresos. A efectos ilustrativos, utilizaremos los ingresos operativos y definiremos la ratio de valoración como el precio de venta o transacción dividido entre los ingresos operativos de la gasolinera. De las dos gasolineras que hemos identificado como comparables tenemos la siguiente información:

Gasolinera	Precio de venta	Ingresos operativos netos (NOI)	Ratio de valoración
A	900.000 \$	450.000 \$	2
B	1.200.000 \$	100.000 \$	12
		Ratio media de valoración	7



**Paso 3: Calcular una estimación inicial del valor.** Multiplicamos la ratio de valoración (normalmente la media de un conjunto de comparables de mercado) por el atributo clave de la inversión cuyo valor quiere estimar.

**Ejemplo:** Los ingresos operativos de la gasolinera de Tulsa fueron 150.000 \$ en el último año. Aplicando un ratio media de valoración de 7 a estos ingresos obtenemos una valoración inicial de 1.050.000 \$.

**Paso 4: Afinar o adaptar la estimación inicial del valor a las características específicas de la inversión.** Para afinar la estimación analizamos y ajustamos (si es necesario) la ratio de valoración para que refleje las peculiaridades de la inversión que estamos valorando.

**Ejemplo:** La preocupación inmediata que tenemos sobre la estimación inicial de la gasolinera de Tulsa es la enorme disparidad en las ratios de valoración de los dos comparables. ¿Por qué la gasolinera B se vendió por un múltiplo de 12 veces sus ingresos operativos, mientras que la gasolinera A obtuvo solo un múltiplo de 2? En este punto queremos cerciorarnos de que los números que hemos utilizado para llegar a estas ratios de valoración son razonables. Por ejemplo, podría ocurrir que la gasolinera B realmente generase ingresos operativos de solo 100.000 \$ en el año de análisis; sin embargo, en el año de venta los ingresos de la gasolinera cayeron por el cierre parcial de su entrada principal a causa de obras en la carretera. Si normalizamos los ingresos operativos de la empresa para reflejar nuestra estimación de cuáles habrían sido dichos ingresos sin las obras, la gasolinera B habría tenido unos ingresos operativos de 200.000 \$. Con la cifra normalizada, la ratio de valoración de la gasolinera B habría sido de 6 (y no de 12). Usando la ratio de valoración revisada de la gasolinera B y suponiendo que la A no se vio afectada del mismo modo, llegamos a una ratio media de valoración de 4, y una estimación del valor de la gasolinera que estamos analizando de solo 600.000 \$ ( $4 \times 150.000$  \$), que es muy inferior a la estimación inicial.

Para tomar un poco más de perspectiva sobre las cuestiones que han surgido en el ejemplo de valoración de la gasolinera, incluimos dos ejemplos de valoración de inmuebles. El primero conlleva el análisis de una casa, y el segundo es un ejemplo más complicado de inmuebles comerciales.

## Valoración de inmuebles residenciales mediante comparables

Cualquiera que haya comprado o vendido una casa a través de una inmobiliaria ha experimentado el uso de la valoración relativa mediante comparables. El enfoque de valoración estándar de las casas es consultar el precio del metro cuadrado de viviendas similares que se hayan vendido recientemente. Igual que en nuestro ejemplo de la gasolinera, la valoración de una casa comienza con la búsqueda de transacciones de venta comparables. Quizá la mejor forma de comprender los matices de esta metodología es un ejemplo sencillo.

**Ejemplo:** Considere la valoración de una casa de 3.581 pies cuadrados (un pie cuadrado es aproximadamente 0,09 metros cuadrados) ubicada en McGregor, Texas (ocho kilómetros al este del rancho del ex presidente George W. Bush en Crawford, Texas). La casa solo tiene un año de antigüedad, está situada en una gran parcela y tiene una piscina. El propietario pide 385.000 \$, pero ha indicado que el precio es negociable. Nuestro problema

es estimar por qué precio debería venderse la casa, dada la información de las dos transacciones recientes en el vecindario.

La casa está ubicada en una zona prestigiosa donde se han registrado ventas recientes. La subdivisión en la que se encuentra la casa tiene menos de cinco años, así que todas las casas tienen aproximadamente la misma antigüedad y condición. En los últimos seis meses ha habido dos ventas en el vecindario. Los detalles de estas ventas están a continuación:

	<b>Comparable 1</b>	<b>Comparable 2</b>
Precio de venta	330.000 \$	323.000 \$
Pies cuadrados	3.556	4.143
Precio de venta/pie cuadrado	92,80 \$	77,96 \$
Tiempo en el mercado	97 días	32 días

Podemos utilizar el precio de venta por pie cuadrado de los dos comparables para estimar el valor de la casa, multiplicando la superficie de la casa de 3.581 pie cuadrado por los precios de venta por pie cuadrado correspondientes.

	<b>Comparable 1</b>	<b>Comparable 2</b>	<b>Media</b>
Precio de venta/pie cuadrado	92,80 \$	77,96 \$	85,38 \$
Pies cuadrados de la casa que se valora	3.581	3.581	3.581
Valor estimado	332.317 \$	279.175 \$	305.746 \$

Las estimaciones del valor de la casa varían desde los 279.175 \$ del comparable 2 hasta los 332.317 \$ del comparable 1. La media de las dos estimaciones es de 305.746 \$.

Hasta ahora, no hemos tenido en cuenta dos características distintivas de la casa que estamos valorando. En concreto, está ubicada en una parcela algo mayor que la parcela media de la subdivisión, lo que podría valer entre 15.000 \$ y 20.000 \$. Además, la casa tiene una piscina nueva, que ha costado aproximadamente 30.000 \$. Para ajustar el valor con estas dos diferencias, añadimos 20.000 \$ por la parcela más la mitad del coste de instalar la piscina, 15.000 \$. (No todo el mundo quiere una piscina, así que las piscinas suelen incrementar el precio de venta de la casa en aproximadamente la mitad de su coste). Esto aumenta nuestro valor estimado de la casa hasta 340.746 \$.

	<b>Comparable 1</b>	<b>Comparable 2</b>	<b>Media</b>
Valor estimado	332.317 \$	279.175 \$	305.746 \$
<b>Ajustes</b>			
Más: parcela extra	20.000 \$	20.000 \$	20.000 \$
Más: piscina	15.000 \$	15.000 \$	15.000 \$
Valor de mercado estimado	367.317 \$	314.175 \$	340.746 \$

¿Vale la casa los 340.746 \$ que estimamos? La respuesta es “quizá”. La razón de dudar es que siempre hay elementos intangibles que influyen sobre el valor de una casa (o una

empresa, llegado el caso) que no están recogidos en los precios de las casas comparables. Por ejemplo, no es raro que las casas construidas en parcelas de mayor tamaño tengan instalaciones especiales. Aunque no sabemos si este es el caso en nuestro ejemplo, es importante que consideremos los atributos específicos de la casa antes de llegar a la estimación final de su valor.

El ejemplo de valoración de una casa ilustra tres aspectos clave respecto al uso del método de los comparables:

- **Aspecto 1: La identificación de los comparables apropiados es primordial.** La estimación de la valoración es tan buena o mala como el conjunto de comparables seleccionado para determinar el múltiplo de la valoración. En consecuencia, hay que hacer un verdadero esfuerzo para identificar comparables apropiados.
- **Aspecto 2: Hay que adaptar la estimación inicial a los atributos específicos de la inversión.** La estimación inicial del valor solo es el comienzo del análisis. Incluso los comparables mejor seleccionados son casi siempre réplicas imperfectas de la inversión que se evalúa. Como resultado, el método de los comparables requiere que el analista haga ciertos ajustes. En este caso, hemos podido hacer ajustes por las diferencias conocidas entre la casa que valoramos y las casas comparables. Incluso después de completar este proceso, sin embargo, a menudo hay otras diferencias intangibles que pueden llevar a diferencias de opinión sobre cuál es el valor real de una casa. Cuando se valora un negocio o un gran proyecto de inversión, este tipo de ajustes puede llegar a ser crucial.
- **Aspecto 3: La métrica concreta en la que se basa la estimación puede variar de una aplicación a otra.** En nuestro ejemplo de valoración del inmueble residencial, utilizamos la superficie como característica comparable, y en el ejemplo de la gasolinera empleamos los ingresos operativos. En general, los analistas utilizan múltiplos de flujos de caja o alguna medida de los ingresos cuando alguna de ellas es fiable, pero también confían en medidas menos directas de los ingresos potenciales de la inversión en otros casos. En el caso de una vivienda, el propietario recibe rentas si la alquila, que pueden contemplarse como los ingresos operativos de la propiedad. Cuando usamos la superficie (por oposición a los flujos de caja) como base para comparar casas, estamos asumiendo que las rentas están directamente relacionadas con el tamaño de la casa. De forma similar, cuando valoran las empresas de telefonía, los analistas a menudo utilizan el número de líneas como la métrica clave de valoración. La cuestión importante es que seleccionemos una métrica de valoración que esté muy relacionada con la capacidad de la inversión de generar flujos de caja u otros beneficios.

## Valoración de inmuebles comerciales

El ejemplo de inmuebles residenciales de la casa en McGregor, Texas, debería darnos alguna pista sobre cómo usar el enfoque de comparables de mercado. Ahora consideremos los inmuebles comerciales. Aunque a menudo se valoran con los mismos múltiplos o comparables que en el caso de los inmuebles residenciales, los analistas suelen valorar los inmuebles comerciales utilizando ratios de flujos de caja además del precio del suelo. Como mostramos más abajo, los múltiplos de valoración de flujos de caja que se utilizan en la práctica tienen una relación directa con el enfoque DCF que comentamos en los capítulos anteriores.

### Ratios de valoración (múltiplos) y valoración DCF

Para mostrar la relación entre la valoración DCF y la valoración relativa, consideremos el problema de valorar una corriente perpetua de flujos de caja de 100 \$ al año, con una tasa de descuento del 20%. En el Capítulo 2 señalamos que el valor actual de esta corriente de flujos de caja se calcula como sigue<sup>1</sup>:

$$\text{Valor} = \frac{\text{Flujos de caja}}{\text{Tasa de descuento } (k)} \quad (6.1)$$

Al sustituir en la Ecuación 6.1, estimamos un valor de 500 \$, *i. e.*,

$$\text{Valor} = \frac{100\$}{0,20} = 500\$$$

Con una pequeña reordenación de términos, podemos expresar la valoración DCF como el producto del flujo de caja anual de 100 \$ y un múltiplo, *i. e.*,

$$\text{Valor} = 100\$ \times \frac{1}{0,20} = 100\$ \times 5 = 500\$$$

De esta forma reconocemos el múltiplo que se ha utilizado para valorar la corriente de flujos de caja de 100 \$, que es  $1/0,20 = 5$ . Al valorar inmuebles comerciales, es habitual definir lo que se conoce como tasa de capitalización. La **tasa de capitalización** es el recíproco del múltiplo utilizado para valorar la propiedad. En este caso, la tasa de capitalización es  $1/5 = 0,20$ , que en este ejemplo (una corriente perpetua de flujos de caja) coincide con la tasa de descuento. Sin embargo, no siempre es así; de hecho, es algo inferior a la tasa de descuento cuando se espera que los flujos de caja aumenten, y algo superior a ella cuando se espera que disminuyan.

Para mostrar cómo la tasa de capitalización puede diferir de la tasa de descuento, consideremos el caso en que el flujo de caja de 100 \$ crece a un 5% anual indefinidamente y la tasa de descuento es del 20%. Recuerde de lo comentado en los Capítulos 2 y 4 que la fór-

<sup>1</sup>Se puede demostrar que el valor actual de un importe perpetuo con un flujo de caja periódico  $X$  y una tasa de descuento  $k$  es igual a  $X/k$ . Este resultado es muy conocido en finanzas y constituye la suma de la siguiente progresión geométrica:

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{X}{(1+k)^t} = X \sum_{t=1}^{\infty} \frac{1}{(1+k)^t} = X \left( \frac{1}{k} \right)$$

Esta expresión analítica tiene una base muy intuitiva. Piense en la siguiente situación: quiere generar un flujo de caja de  $X$  cada año indefinidamente. ¿Cuánto tendría que depositar en un banco si el tipo de interés que le pagan es  $k$ ? La respuesta es  $X/k$  dado que el interés que recibe cada año es  $k(X/k)$ : exactamente  $X$ . Por tanto, invertir una cantidad de  $X/k$  es equivalente a generar un flujo de caja de  $X$  cada año indefinidamente.

mula de valoración DCF para esta situación (Ecuación 6.2) se conoce como modelo de crecimiento de Gordon<sup>2</sup>, *i. e.*,

$$Valor = \frac{Flujo\ de\ caja_0 [1 + Tasa\ de\ crecimiento\ (g)]}{Tasa\ de\ descuento\ (k) - Tasa\ de\ crecimiento\ (g)} \quad (6.2)$$

Al sustituir en la Ecuación 6.2 obtenemos una estimación del valor igual a 700 \$, *i. e.*,

$$Valor = \frac{100\$(1 + 0,05)}{0,20 - 0,05} = 700\$$$

De nuevo, podemos reordenar la expresión anterior del DCF en términos de un múltiplo de los flujos de caja, *i. e.*,

$$Valor = Flujo\ de\ caja_0 \times \frac{1 + Tasa\ de\ crecimiento\ (g)}{Tasa\ de\ descuento\ (k) - Tasa\ de\ crecimiento\ (g)} \quad (6.3)$$

donde el término del cociente es el múltiplo de valoración que refleja una corriente creciente de flujos de caja. De nuevo, al sustituir en la Ecuación 6.3, tenemos:

$$Valor = 100\$ \times \frac{1 + 0,05}{0,20 - 0,05} = 100\$ \times 7 = 700\$$$

El múltiplo de la valoración en este ejemplo es igual a la ratio de uno más la tasa de crecimiento de los flujos de caja futuros, dividido entre la diferencia de la tasa de descuento y la tasa de crecimiento prevista para los flujos de caja futuros. En el ejemplo anterior del crecimiento perpetuo, el múltiplo de valoración es 7. Como consecuencia, la tasa de capitalización es 1/7, o 14,29%, que es inferior al 20% de la tasa de descuento.

Utilizando la tasa de capitalización, valoramos la corriente creciente de flujos de caja como si fuera un importe a perpetuidad, como sigue:

<sup>2</sup>Recordará de lo expuesto en el Capítulo 2 que el modelo de crecimiento de Gordon no es más que la suma de la siguiente progresión geométrica:

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{X_0(1+g)^t}{(1+k)^t} = X_0 \sum_{t=1}^{\infty} \frac{(1+g)^t}{(1+k)^t}$$

que puede reducirse a:

$$X_0 \left( \frac{1-g}{k-g} \right) \quad \text{o} \quad X_1 \left( \frac{1}{k-g} \right)$$

donde  $k > g$  y  $X_1$  es igual a  $X_0(1+g)$ .

$$\begin{aligned} \text{Valor} &= \text{Flujo de caja}_0 \times \frac{1 + \text{Tasa de crecimiento } (g)}{\text{Tasa de descuento } (k) - \text{Tasa de crecimiento } (g)} \\ &= \text{Flujo de caja}_0 \times \frac{1}{\text{Tasa de capitalización}} = 100\$ \times \frac{1}{0,1429} = 700\$ \end{aligned}$$

La diferencia entre la tasa de descuento y la tasa de capitalización se incrementa con la tasa de crecimiento prevista para los flujos de caja futuros. La Tabla 6.1 ilustra esta situación: el panel a contiene los múltiplos de valoración correspondientes a tasas de descuento que se mueven en 5% y 22,5% y tasas de crecimiento entre 0% y 5%<sup>3</sup>. Obsérvese que solo cuando se prevé un crecimiento de cero de los flujos de caja futuros (como se ve en la primera columna) son iguales la tasa de descuento y la de capitalización. Además, conforme aumenta la tasa de crecimiento, mayor es la divergencia entre la tasa de capitalización y la de descuento. De hecho, la tasa de capitalización es aproximadamente igual a la diferencia entre la tasa de descuento ( $k$ ) y la de crecimiento ( $g$ ), pero no del todo, dado que la tasa de crecimiento también aparece en el numerador del múltiplo de valoración, *i. e.*,  $(1 + g)/(k - g)$ <sup>4</sup>.

#### Ejemplo: un edificio de oficinas

Para demostrar la valoración de una inversión con múltiplos de mercado, consideremos un edificio de oficinas que actualmente genera flujos de caja de 3 M\$ al año. Para valorar el edificio utilizando el enfoque DCF, necesitamos estimaciones tanto de las tasas de crecimiento esperadas de los flujos de caja ( $g$ ) como de la tasa de descuento apropiada ( $k$ ), ninguna de las cuales es observable directamente. Por el contrario, el enfoque de múltiplos de los flujos de caja requiere solo un dato de entrada que se puede inferir a partir de transacciones anteriores. Por ejemplo, si un edificio de oficinas similar que generaba 4 M\$ al año ha sido vendido recientemente por 40 M\$, podríamos decir que el múltiplo de mercado es 10, y que la tasa de capitalización es del 10%. Si el edificio de oficinas en cuestión es verdaderamente comparable, podríamos decir entonces que su valor es 3 M\$  $\times$  10 = 30 M\$. Esto, por supuesto, es un ejercicio trivial si los edificios son real y directamente comparables. El desafío está en determinar hasta qué punto los edificios son realmente comparables y en evaluar entonces cómo influyen sus diferencias en los múltiplos de valoración.

<sup>3</sup>Solo hemos incluido un caso en que la tasa de descuento del 5% sea igual a la tasa de crecimiento del 5%. En este caso, y siempre que la tasa de crecimiento supere a la tasa de descuento, el modelo de Gordon “se dispara” y arroja un valor infinito para la oportunidad de inversión. El modelo de Gordon no puede aplicarse dado que la tasa de crecimiento de los flujos de caja sobrepasaría los efectos del descuento. Claramente, esto tiene poco sentido económico. En la práctica, aunque las tasas de crecimiento pueden superar a las tasas de descuento durante periodos temporales de crecimiento muy elevado, nunca serán superiores a ellas de forma permanente, puesto que un crecimiento así no es sostenible. La inversión atraería nuevo capital, y la competitividad entre los nuevos participantes disminuiría los márgenes de beneficios y en consecuencia las tasas de crecimiento de los flujos de caja.

<sup>4</sup>También es frecuente definir el modelo de crecimiento de Gordon utilizando el flujo de caja proyectado al final del primer periodo (*i. e.*,  $\text{Flujo de caja}_1 = \text{Flujo de caja}_0(1 + g)$ ), y en este caso el múltiplo de valoración es igual a  $1/(k - g)$  y la tasa de capitalización es igual a  $(k - g)$ .

**Tabla 6.1 Tasas de capitalización, tasas de descuento, tasas de crecimiento y múltiplos de valoración**

**Panel a. Múltiplo de valoración =  $\left(\frac{1+g}{k-g}\right)$**

Tasas de crecimiento (g)						
Tasas de descuento (k)	0%	1%	2%	3%	4%	5%
5,0%	20,00	25,25	34,00	51,50	104,00	infinito
7,5%	13,33	15,54	18,55	22,89	29,71	42,00
10,0%	10,00	11,22	12,75	14,71	17,33	21,00
12,5%	8,00	8,78	9,71	10,84	12,24	14,00
15,0%	6,67	7,21	7,85	8,58	9,45	10,50
17,5%	5,71	6,12	6,58	7,10	7,70	8,40
20,0%	5,00	5,32	5,67	6,06	6,50	7,00
22,5%	4,44	4,70	4,98	5,28	5,62	6,00

**Panel b. Tasa de capitalización implícita =  $1 / \left(\frac{1+g}{k-g}\right) = \left(\frac{k-g}{1+g}\right)$**

Tasas de crecimiento (g)						
Tasas de descuento (k)	0%	1%	2%	3%	4%	5%
5,0%	5,00%	3,96%	2,94%	1,94%	0,96%	NS
7,5%	7,50%	6,44%	5,39%	4,37%	3,37%	2,38%
10,0%	10,00%	8,91%	7,84%	6,80%	5,77%	4,76%
12,5%	12,50%	11,39%	10,29%	9,22%	8,17%	7,14%
15,0%	15,00%	13,86%	12,75%	11,65%	10,58%	9,52%
17,5%	17,50%	16,34%	15,20%	14,08%	12,98%	11,90%
20,0%	20,00%	18,81%	17,65%	16,50%	15,38%	14,29%
22,5%	22,50%	21,29%	20,10%	18,93%	17,79%	16,67%

NS = No significativo.

Valoración cuando los edificios no son idénticos. En la práctica, no hay dos inversiones iguales, así que debe evaluar hasta qué punto las diferencias pueden tener un efecto material en los múltiplos de valoración. Para ver cómo las pequeñas diferencias entre los comparables y la inversión que se valora pueden volverse muy importantes, considere la valoración de los dos edificios de oficinas que se describen a continuación:

	Por pie cuadrado		Total	
	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio
	A	B	A	B
Superficie	—	—		
Renta (alquiler)	30 \$	21 \$	1.500.000 \$	1.050.000 \$
Mantenimiento	(10) \$	(10) \$	(500.000) \$	(500.000) \$
Ingresos operativos netos (NOI)	20 \$	11 \$	1.000.000 \$	550.000 \$
Información sobre el precio de venta				
Múltiplo de venta del NOI	10	?	10	?
Tasa de capitalización = 1/múltiplo de venta	10%	?	10%	?
Valor estimado de la propiedad	200 \$	?	10.000.000 \$	?

El edificio A se vendió por 200 \$/pie cuadrado, o 10.000.000 \$, lo que refleja un múltiplo de 10 veces los ingresos operativos netos (NOI) anuales de 1.000.000 \$. Los dos edificios son idénticos en superficie (50.000 pies cuadrados) y en costes de mantenimiento (10 \$ por pie cuadrado o 500.000 \$ al año), pero hay una diferencia importante. Las tasas de alquiler (30 \$ frente a 21 \$ por pie cuadrado) son muy distintas, lo que se deriva de sus ubicaciones: el edificio A está en el corazón del centro financiero de la ciudad; el edificio B no. Sin embargo, los factores económicos locales que determinan los alquileres afectan de igual modo a ambos edificios. Por tanto, el ingreso por rentas de los dos edificios es similar en cuanto a riesgo y a tasa de crecimiento esperado. Esta es una asunción importante que utilizaremos más adelante.

Los dos edificios y sus costes operativos son prácticamente idénticos. Dado que los inquilinos pagan sus propios servicios y gastos del día a día, los costes de mantenimiento del propietario del edificio no cambian en el tiempo ni por las variaciones en la tasa de ocupación y en la renta. Es tentador aplicar sin más el múltiplo del edificio A (de 10) a los ingresos operativos netos (NOI) del edificio B, lo que arrojaría una valoración de 110 \$ por pie cuadrado, o 5.500.000 por el edificio. ¿Pero es correcta esta valoración? ¿Debería venderse el edificio B por el mismo múltiplo y en consecuencia tener la misma tasa de capitalización que el edificio A?

A primera vista sí parece que los edificios son muy similares; son del mismo tamaño, sus ingresos por rentas dependen de las mismas fluctuaciones económicas locales y tienen costes de mantenimiento idénticos. Pero, como ahora comentaremos, las distintas ubicaciones de los edificios y el impacto esperado de esas ubicaciones en las tasas de alquiler tienen un efecto significativo en las características del riesgo operativo de los dos edificios. En concreto, dado que las rentas (los ingresos) son menores en el edificio B, tiene más **apalancamiento operativo**, lo que significa que sus flujos de caja son mucho más sensibles a variaciones en los ingresos. Como resultado, los riesgos y las tasas de crecimiento de los flujos de caja de los edificios no son iguales, lo que a su vez implica que los edificios deberían venderse a múltiplos distintos de sus flujos de caja.

**Apalancamiento operativo y riesgo de inversión.** Para comprender las diferencias en el apalancamiento operativo entre los dos edificios, observe que el edificio A se alquila a 30 \$



el pie cuadrado y tiene un coste de mantenimiento de 10 \$ por pie cuadrado; en cambio, el edificio B está mucho más cerca del punto muerto y se alquila por solo 21 \$ el pie cuadrado, mientras que tiene el mismo coste de mantenimiento de 10 \$ por pie cuadrado. Lo que esto significa es que el edificio B tiene costes fijos más elevados en relación a los ingresos y por tanto tiene un apalancamiento operativo sustancialmente mayor que el edificio A. Para mostrar cómo el apalancamiento operativo afecta al riesgo, observe lo que le sucede al NOI del edificio A cuando sus ingresos por alquiler aumentan o disminuyen en un 20%:

<b>Edificio A</b>			
% variación en ingresos	-20%	0%	20%
Ingresos	1.200.000 \$	1.500.000 \$	1.800.000 \$
Mantenimiento (coste fijo)	(500.000) \$	(500.000) \$	(500.000) \$
Ingreso operativo neto	700.000 \$	1.000.000 \$	1.300.000 \$
<b>% variación en ingresos</b>	<b>-20%</b>	<b>0%</b>	<b>20%</b>
<b>% variación en ingresos operativos netos (NOI)</b>	<b>-30%</b>	<b>0%</b>	<b>30%</b>

Un descenso del 20% en los ingresos resulta en una caída del 30% en el NOI del edificio A. De forma similar, cuando los ingresos crecen un 20%, el NOI crece un 30%. Esta dinámica refleja el hecho de que para el edificio A la ratio de variación porcentual de NOI dividida entre variación de ingresos es de 1,5. Observe, sin embargo, que esta relación en particular no es constante para una inversión concreta, sino que varía con el nivel de ingresos y NOI de la empresa. De hecho, cuanto más cerca del punto muerto están los ingresos (*i. e.*, NOI = 0), mayor será este múltiplo. El hecho de que las variaciones porcentuales en el NOI sean mayores que las variaciones porcentuales correspondientes en los ingresos se debe al hecho de que los costes de mantenimiento no crecen proporcionalmente a los ingresos. En este caso concreto, los costes de mantenimiento no cambian aunque los ingresos suban o bajen.

<b>Edificio B</b>			
% variación en ingresos	-20%	0%	20%
Ingresos	840.000 \$	1.050.000 \$	1.260.000 \$
Mantenimiento (coste fijo)	(500.000) \$	(500.000) \$	(500.000) \$
Ingreso operativo neto	340.000 \$	550.000 \$	760.000 \$
<b>% variación en ingresos</b>	<b>-20%</b>	<b>0%</b>	<b>20%</b>
<b>% variación en ingresos operativos netos (NOI)</b>	<b>-38,18%</b>	<b>0%</b>	<b>38,18%</b>

Ahora observemos la relación entre los ingresos y el NOI del edificio B: en este edificio, un 20% de disminución en los ingresos comporta un 38,18% de descenso en su NOI; cuando los ingresos crecen un 20%, el NOI crece un 38,18%. Por tanto, los ingresos operativos del edificio B son más sensibles a variaciones en los ingresos por alquiler que los del edificio A. Dicho brevemente, el edificio B tiene mayor apalancamiento operativo que el A, y como consecuencia, esperamos que sus ingresos operativos sean más volátiles ante cambios en los ingresos por alquiler.

Investiguemos los determinantes de los flujos de caja. Aunque hemos establecido que los dos edificios no son perfectamente comparables, aún es posible utilizar un análisis de comparables ajustado, basándonos en el precio de venta del edificio A, para valorar el edificio B. Para hacer esto, primero necesitamos ganar un poco de intuición sobre qué determina los valores de los edificios profundizando un poco más en los determinantes de sus flujos de caja. En concreto, podemos descomponer el NOI de cada edificio en ingresos por alquiler y costes de mantenimiento. Además, podemos pensar en multiplicadores de ingresos y multiplicadores de costes de mantenimiento por separado, en lugar de un multiplicador único del NOI. Esta descomposición nos ayuda a analizar cómo influye cada componente del NOI en el valor del edificio. La Ecuación 6.4a define el valor del edificio en función del NOI como la diferencia entre el valor de los ingresos por alquiler del edificio y el valor de sus costes de mantenimiento:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor del} \\ \text{edificio} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{NOI} \times \\ \text{del NOI} \end{array} \begin{array}{l} \text{Múltiplo} \\ \text{del NOI} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{Ingresos} \\ \text{por alquiler} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Múltiplo} \\ \text{de los ingresos} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{Costes de} \\ \text{mantenimiento} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Múltiplo del} \\ \text{mantenimiento} \end{array} \right) \quad (6.4a)$$

o, utilizando tasas de capitalización:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor del} \\ \text{edificio} \end{array} \right) = \left( \frac{\text{NOI}}{\text{Tasa de capitalización del NOI}} \right) = \left( \frac{\text{Ingresos por alquiler}}{\text{Tasa de capitalización de los ingresos}} \right) - \left( \frac{\text{Costes de mantenimiento}}{\text{Tasa de capitalización del mantenimiento}} \right) \quad (6.4b)$$

Utilizamos la formulación con la tasa de capitalización en nuestro análisis y asumimos que las tasas aplicables al mantenimiento y los ingresos del edificio A también son apropiadas para el edificio B. Dado que ambos edificios tienen el mismo coste de mantenimiento, parece razonable utilizar tasas de capitalización idénticas para estos costes. Además, dado que hemos asumido que los ingresos por alquiler de los dos edificios son similares en términos de crecimiento y riesgo, es razonable aplicar una única tasa de capitalización de los ingresos a ambos edificios.

Si la ratio de ingresos sobre gastos fuera igual en los dos edificios (lo que daría un apalancamiento operativo idéntico), entonces estas asunciones harían que las tasas de capitalización de los dos edificios también fuesen idénticas. Sin embargo, como mostraremos, cuando dos edificios difieren en su apalancamiento operativo, generalmente difieren en sus tasas de capitalización, incluso aunque tengan las mismas tasas de capitalización de ingresos y mantenimiento. El método de descomposición que mostramos aquí permite al analista comparar edificios que difieren solo en su apalancamiento operativo. Si los edificios A y B difieren en más dimensiones que esta, se requieren análisis adicionales.

Dado que suponemos que los costes de mantenimiento son fijos, resultan más fáciles de valorar y son un punto de partida natural para nuestro análisis. Recuerde que la tasa de capitalización y la tasa de descuento son iguales en el caso de un importe perpetuo. Asumimos que la tasa de descuento (y la tasa de capitalización) del mantenimiento, que suponemos se conoce con certeza, es el tipo de interés acreedor asociado al edificio A, que es del 8%. Por tanto, podemos calcular el valor de los costes de mantenimiento del edificio A utilizando la Ecuación 6.1 como sigue:

$$\text{Valor de los costes de mantenimiento del edificio A} = \frac{500.000\$}{0,08} = 6.250.000\$$$

Dado el valor de 10.000.000 \$ del edificio A y la estimación anterior del valor de sus costes de mantenimiento, el valor de los ingresos del edificio debe ser igual a 16.250.000 \$. Este importe es el valor del edificio más el valor de sus costes de mantenimiento. Esto implica una tasa de capitalización de los ingresos anuales por alquiler del edificio A del 9,23% después de redondeo (dado que  $1.500.000 \$/0,0923 = 16.250.000 \text{ \$}$ ).

Ahora utilizamos las tasas de capitalización del edificio A para valorar el B. En concreto, usaremos la tasa de 9,23% obtenida de la valoración de los ingresos del edificio A para valorar los del B, como sigue:

$$\frac{1.050.000\$}{0,0923076} = 11.375.000\$$$

Además, utilizamos la tasa de capitalización del 8% de los costes de mantenimiento del edificio A para valorar los costes del B, del siguiente modo:

$$\frac{500.000\$}{0,08} = 6.250.000\$$$

La valoración del edificio B resultante es 5.125.000 \$ (que calculamos como  $11.375.000 \text{ \$} - 6.250.000 \text{ \$}$ ). Los detalles del análisis del edificio B se resumen en la tabla siguiente:

	Por pie cuadrado		Total	
	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio
	A	B	A	B
Tipo de interés acreedor	8%	8%	8%	8%
Valor de los costes de mantenimiento	(125,00) \$	(125,00) \$	(6.250,000) \$	(6.250,000) \$
Valor implícito de los ingresos	325 \$	227,50 \$	16.250.000 \$	11.375.000 \$
Múltiplo implícito de los ingresos	10,83	10,83	10,83	10,83
Tasa de capitalización implícita de los ingresos	9,23%	9,23%	9,23%	9,23%
Valor del inmueble	200,00 \$	102,50 \$	10.000.000 \$	5.125.000 \$
Múltiplo implícito del NOI	10,00	9,31	10,00	9,31
Tasa de capitalización implícita del NOI	10,0%	10,732%	10,0%	10,732%

Según este análisis, estimamos que el edificio B realmente vale tan solo 5.125.000 \$, en lugar de la estimación previa de 5.500.000 \$, que se basaba en una aplicación más ingenua de los múltiplos. El valor más bajo refleja el hecho de que el edificio B tiene más apalancamiento operativo, y por tanto más riesgo, lo que a su vez implica que debe tener una tasa de capitalización más elevada.

**Conclusiones clave.** Podemos extraer dos conclusiones importantes del ejercicio de valoración de inmuebles que se pueden generalizar a casi cualquier inversión. La primera conclusión es que dos inversiones con aspecto muy parecido en la superficie pueden generar flujos de caja con riesgos y tasas de crecimiento muy diferentes, y por tanto deberían venderse a múltiplos distintos. Como ilustra este ejemplo, el apalancamiento operativo es un determinante clave del valor, y se lo debe tener en cuenta al elegir los comparables; cuando difiere entre los comparables, es importante ajustarlos para reflejar estas diferencias. Por último, el ejemplo ilustra la importancia de poner el máximo cuidado y pensar de forma creativa para aplicar correctamente el método de los comparables de mercado. Es muy tentador asumir que, dado que la utilización de los comparables de mercado como herramienta de valoración parece muy simple, el análisis es simple. El hecho es que la valoración mediante comparables de mercado requiere la misma diligencia y cautela que el análisis DCF.

### 6.3. VALORACIÓN DE EMPRESAS UTILIZANDO MÚLTIPLOS DEL EBITDA

El enfoque más utilizado por parte de los profesionales para estimar el valor de una empresa consiste en utilizar el múltiplo de una medida contable de ingresos comúnmente llamada EBITDA, que se refiere a los ingresos antes de intereses, impuestos y amortizaciones. Los analistas suelen ver el EBITDA como una medida en crudo del flujo de caja de una empresa, y por tanto ven los múltiplos del EBITDA como análogos a los múltiplos del flujo de caja que se utilizan en las valoraciones inmobiliarias. Como indica esta sección, a veces esta analogía es buena y a veces no.

#### Valor de la empresa vs. valor del activo total

Recordará de la explicación sobre el coste del capital en el Capítulo 4 que el valor de una empresa se define como la suma de los valores de la deuda que devenga intereses y de los recursos propios menos el saldo de caja de la empresa a la fecha de la valoración. Por ejemplo, en agosto de 2005 Airgas, Inc. (ARG)<sup>5</sup> tenía un valor de empresa de 2.960 M\$, que se desglosa como sigue:

<sup>5</sup>Airgas, Inc., y sus subsidiarias distribuyen gases para usos industriales, médicos y otros, y productos para soldadura en los Estados Unidos.

Elemento del balance de la empresa	Valor en dólares
Deuda que no devenga intereses	669.056.000
Deuda que devenga intereses (a corto y a largo)	808.635.000
Acciones ordinarias (valor de mercado = precio por acción × número de acciones)	2.180.000.000
Valor del activo total	<u>3.657.691.000</u>
Menos: deuda que no devenga intereses	(669.056.000)
Menos: efectivo y equivalentes	(32.640.000)
Igual: valor de la empresa	<u><u>2.955.995.000</u></u>

Podemos calcular el valor de los recursos propios de Airgas, Inc., a partir de su valor de empresa del siguiente modo:

$$\text{Recursos propios} = \text{Valor de la empresa} - (\text{Deuda que devenga intereses} - \text{Efectivo}) \quad (6.5a)$$

$$= \text{Valor de la empresa} - \text{Deuda neta}$$

$$2.180 \text{ M\$} = 2.960 \text{ M\$} - 0,78 \text{ M\$}, \quad (6.5b)$$

donde el término “deuda neta” se refiere a los pasivos que devengan intereses menos el efectivo.

## El múltiplo del EBITDA de Airgas

Para calcular el múltiplo del EBITDA de Airgas, resolvemos la siguiente ecuación:

$$\text{Valor de la empresa}_{\text{Airgas 2005}} = \text{EBITDA}_{\text{Airgas 2005}} \times \text{Múltiplo del EBITDA} \quad (6.6)$$

Por ejemplo, el 1 de agosto de 2005, el EBITDA de Airgas era de 340 M\$ y su valor de empresa era de 2.955.995.000 \$; esto resulta en un múltiplo del EBITDA de Airgas de 8,69. A continuación veremos cómo el múltiplo del EBITDA de Airgas, junto con los múltiplos de empresas similares, se puede utilizar para valorar una compañía privada.

### Ejemplo: valorar una compañía privada

Para profundizar en el uso del múltiplo del EBITDA, consideremos la valoración de Helix Corporation, una empresa no cotizada que opera desde Phoenix, Arizona, y que es candidata potencial a ser comprada. Dado que no cotiza, el comprador potencial no podrá observar su valor de mercado. Sin embargo, el comprador puede utilizar empresas similares que sí coticen en bolsa para inferir el valor de Helix mediante el uso de la ratio de valoración del EBITDA apropiada.

En primer lugar identificamos empresas comparables de las que calcular un múltiplo del EBITDA apropiado y entonces aplicamos este múltiplo al EBITDA de Helix para llegar una estimación inicial del valor de la empresa<sup>6</sup>. El segundo paso del proceso consiste en

<sup>6</sup>Estamos asumiendo que conocemos el EBITDA de Helix del año que acaba de terminar. Este sería el caso si Helix y Airgas estuviesen en proceso de negociación.

**Tabla 6.2** Múltiplos del EBITDA de las empresas comparables a Helix Corporation

En M\$	Air Products	Praxair, Inc.	Applied Industrial Technologies, Inc.	Airgas	Media
Valor de la empresa	16.100	19.450	10.800	29.560	
EBITDA	1.390	1.810	99	340	
Múltiplo del EBITDA	11,58	10,75	10,91	8,69	10,48

afinar nuestras estimaciones tanto del múltiplo del EBITDA como del EBITDA de la empresa. Este paso constituye una evaluación cuidadosa de los elementos básicos de la valoración (el EBITDA y el múltiplo del EBITDA o ratio de valoración) para adaptar el análisis a la empresa concreta. Consideramos cada paso del análisis a lo largo de las siguientes páginas.

En primer lugar observamos que Helix es un proveedor regional de gases, tales como nitrógeno, oxígeno, argón, helio, acetileno, dióxido de carbono, óxido nitroso, hidrógeno, gases para soldadura, en diversos grados de pureza o mezclados para distintas aplicaciones. Identificamos cuatro empresas estadounidenses que compiten directamente con Helix: Air Products (ADP), Airgas (ARG), Praxair (PX) y Applied Industrial Technologies (AIT). En consecuencia, comenzamos por observar el EBITDA de estas empresas.

La Tabla 6.2, que muestra información financiera sobre las cuatro empresas cotizadas que se dedican al mismo negocio que Helix, revela que el múltiplo del EBITDA medio de las empresas comparables es de 10,48. Si Helix prevé ingresar 10 M\$ de EBITDA este año, nuestra estimación inicial del valor de la empresa es  $10 \text{ M\$} \times 10,48 = 104,8 \text{ M\$}$ . Helix tiene un saldo de caja de 2,4 M\$ y una deuda que devenga intereses por un valor de 21 M\$. En consecuencia, estimamos el valor de los recursos propios de Helix en 86,2 M\$.

Al igual que hicimos anteriormente en los ejercicios de valoración de inmuebles, ahora debemos abordar la segunda fase del proceso de valoración, que consiste en adaptar el análisis a Helix. En otras palabras, determinamos la necesidad de realizar ajustes tanto al EBITDA como al múltiplo del EBITDA utilizados en el paso 1. Para obtener una perspec-

**Figura 6.1** EBITDA y flujo de caja

Comparación del cálculo del FFCF y el EBITDA		Diferencia
Flujo de caja disponible de la empresa (FFCF)	EBITDA	FFCF-EBITDA
EBIT	EBIT	0
Menos: impuestos = $T \times \text{EBIT}$	N/A	$-T \times \text{EBIT}$
Más: amortización	Más: amortización	0
Menos: gastos de capital (CAPEX)	N/A	$-\text{CAPEX}$
Menos: variación de capital circulante neto (WC)	N/A	$-\text{NWC}$
Suma: FFCF	EBITDA	$-T \times \text{EBIT} - \text{CAPEX} - \text{NWC}$

tiva más amplia de las cuestiones que surgen en el segundo paso del proceso de valoración, primero debemos dar un rodeo y revisar la relación entre el EBITDA y el flujo de caja disponible.

### EBITDA y FFCF

Cuando iniciamos la exposición sobre el enfoque de valoración de empresas mediante el EBITDA, señalamos que los analistas a menudo piensan en el EBITDA como una estimación no exacta del flujo de caja. Técnicamente, aunque las dos medidas están relacionadas, el EBITDA no es lo mismo que el FFCF. La Figura 6.1 ilustra la diferencia entre ambos, lo que puede ayudarnos a comprender cuándo funciona bien el enfoque de valoración mediante el EBITDA y cuándo no. Muestra que el EBITDA es inferior al FFCF en una cantidad igual a la suma del final de la columna de la derecha. En concreto, el EBITDA es una medida antes de impuestos y no incluye gastos de nuevos bienes de capital (CAPEX) ni tiene en cuenta las variaciones en el capital circulante neto (NWC).

EBITDA	10.000.000 \$
Valor de la empresa = $10,48 \times 10.000.000$ \$	104.800.000 \$
Más: efectivo	2.400.000 \$
Menos: deuda que devenga intereses	(21.000.000) \$
Valor de los recursos propios	<u>86.200.000 \$</u>

Resumiendo la Figura 6.1, se observa que todos los elementos que aparecen aquí hacen que el EBITDA sea mayor que el FFCF.

$$EBITDA = FFCF + (T \times EBIT + CAPEX + NWC). \quad (6.7a)$$

De forma similar, al despejar el FFCF obtenemos:

$$FFCF = EBITDA - (T \times EBIT + CAPEX + NWC). \quad (6.7b)$$

Lo que ilustra esta última expresión es que el FFCF a menudo es más volátil que el EBITDA. La razón es que el FFCF considera las nuevas inversiones en bienes de capital (CAPEX) y capital circulante neto (NWC), que son hasta cierto punto discretionales<sup>7</sup> y varían a lo largo del ciclo económico: aumentan en los buenos tiempos y se reducen en los malos. Por tanto, en los años en que se llevan a cabo grandes inversiones de capital, el EBITDA es significativamente superior al FFCF, y viceversa.

### Por qué usar múltiplos del EBITDA en lugar de múltiplos del flujo de caja

Aunque la estimación que el EBITDA proporciona de los flujos de caja de una empresa no es exacta, es una medida relativamente buena de los flujos de caja antes de impuestos

<sup>7</sup>Por ejemplo, en la medida en que los gastos de capital puedan ser retrasados o adelantados y los términos del crédito otorguen a la empresa cierto poder de decisión sobre cuándo pagar los créditos a corto plazo, estos gastos están bajo el control de la dirección.

que generan los activos existentes de la empresa. Para comprender esto, examine la Ecuación 6.6 y suponga que la empresa no paga impuestos y no invierte ni crece; dado que la empresa no crece, no sufre variaciones en el capital circulante. Bajo estas asunciones, el FFCF es igual al EBITDA, como se puede apreciar en la Ecuación 6.7b. Podemos valorar estos flujos de caja utilizando el modelo de crecimiento de Gordon (Ecuación 6.2), pero debemos reconocer que, sin nuevas inversiones, es probable que los flujos de caja del negocio actual de la empresa disminuyan con el tiempo, a medida que aparecen competidores en el mercado de la empresa y sus instalaciones y equipo se vuelven obsoletos.

Recuerde, sin embargo, que dado que el EBITDA solo mide los ingresos de los activos ya existentes de la empresa, ignora el valor de sus nuevas inversiones. Esto es claramente un inconveniente de esta herramienta de valoración. Podríamos pensar que sería mejor valorar el potencial de ingresos de la empresa completa utilizando un múltiplo del FFCF en lugar de valorar solo sus activos existentes mediante un múltiplo del EBITDA. No obstante, como mencionamos antes, el FFCF de la mayor parte de las empresas es muy volátil puesto que refleja los gastos discretos en inversiones de capital y el capital circulante, que pueden variar dramáticamente de un año a otro. De hecho, el FFCF es a menudo negativo, dado que los gastos de capital suelen superar el capital generado internamente. Como resultado, es poco probable que los múltiplos del FFCF sean tan fiables como los del EBITDA, y por esta razón no se utilizan tanto en la práctica.

Uno puede preguntarse, no obstante, si es razonable ignorar sin más los gastos de capital de la empresa, lo que implícitamente se hace en el cálculo del EBITDA<sup>8</sup>. La respuesta es que podemos ignorar los gastos de capital si creemos que las inversiones de la empresa tienen un VAN de cero en promedio. Sin embargo, mientras que esta puede ser una asunción razonable para la mayor parte de las empresas maduras, ciertamente no podemos ignorar las oportunidades de crecimiento que tienen VAN positivo. A causa de ello, en cualquier valoración que utilice múltiplos del EBITDA es importante tener en cuenta las diferencias entre el valor de las oportunidades de crecimiento de la empresa que se valora (en qué medida la empresa tiene inversiones con VAN positivo) y las oportunidades de crecimiento de las empresas comparables.

En resumen, los múltiplos del EBITDA proporcionan una buena herramienta de valoración para los negocios en los que la mayor parte del valor proviene de los activos existentes de la empresa. Por esta razón, en la práctica vemos utilizar los múltiplos del EBITDA fundamentalmente para la valoración de los negocios maduros y estables. Son, por el contrario, mucho menos útiles para evaluar negocios cuyo valor proviene en su mayor parte de las oportunidades de crecimiento futuro.

<sup>8</sup>El cálculo del EBITDA claramente ignora los gastos de capital; sin embargo, el múltiplo del EBITDA (que refleja los precios de mercado) probablemente refleje los gastos de capital y sus efectos previstos sobre el valor de la empresa. Por ejemplo, si una empresa utiliza más capital para generar el mismo EBITDA que otra compañía del mismo sector, la primera tendrá un múltiplo mayor. Esto es porque el valor de la empresa (EV) refleja el valor actual del flujo de caja disponible de la empresa ( $PV(\text{FFCF})$ ), que refleja los gastos de capital. De hecho, para ser consistentes, debe ser así. Considere el caso sencillo de crecimiento constante del FFCF. Observe que  $EV = PV(\text{FFCF}_t) = \text{FFCF}_0(1+g)/(k-g)$ . Dado que  $M$  (múltiplo) =  $EV/\text{EBITDA}_0$ , se sigue que  $M = \text{FFCF}_0(1+g)/[\text{EBITDA}_0(k-g)]$  por consistencia entre las dos ecuaciones. Si el múltiplo ( $M$ ) tiene cierta precisión, reflejará el gasto de capital (implícito en la tasa de crecimiento  $g$  en este caso sencillo en que es constante). El múltiplo  $M$  es el producto de dos ratios:  $[\text{FFCF}_0/\text{EBITDA}_0]$  y  $[(1+g)/(k-g)]$ .



## Los efectos del riesgo y el potencial de crecimiento en los múltiplos del EBITDA

Como acabamos de mencionar, el EBITDA refleja los flujos de caja que generan los activos que la empresa posee y explota en el momento actual, y en general es probable que estos flujos de caja disminuyan con el tiempo. Sin embargo, la disminución es menor en unos negocios que en otros, e incluso en algunos esperamos ver incrementos en lugar de disminuciones de los flujos de caja. En consecuencia, cuando utilizamos un múltiplo del EBITDA, debemos considerar el potencial de crecimiento de la empresa que estamos valorando y seleccionar un conjunto de empresas comparables para estimar la ratio de valoración del EBITDA que comparta perspectivas similares. Además, debemos considerar las diferencias de riesgo entre la empresa que evaluamos y las empresas comparables y determinar cómo deberían verse reflejadas en las tasas de descuento, y por tanto en los múltiplos.

Es una práctica habitual seleccionar empresas dentro del mismo sector como comparables de mercado, dado que probablemente serán las que tienen mayor parecido con la empresa que se evalúa. Sin embargo, puede haber diferencias sustanciales en las características del riesgo y las oportunidades de crecimiento entre empresas del mismo sector, y se deberían ajustar los múltiplos del EBITDA para reflejar estas diferencias. En gran medida, las diferencias en el riesgo entre las empresas provienen de sus distintos apalancamientos operativos, y, como ilustra nuestro ejemplo sobre inmuebles comerciales, las diferencias en el apalancamiento operativo pueden surgir a causa de las diferencias en los márgenes de beneficios. Además, pueden aparecer diferencias debidas a los distintos costes operativos fijos y variables. Las empresas con mayores niveles de costes operativos fijos pero menos costes variables experimentarán más volatilidad en los beneficios conforme sus ventas suben y caen a lo largo del ciclo económico. Las diferencias en las tasas de crecimiento esperadas tienden a ser algo más subjetivas; no obstante, los analistas pueden considerar las tasas de crecimiento pasadas como indicadores de las tasas de crecimiento futuras.

Aunque en general es bastante difícil hacer ajustes objetivos a los múltiplos del EBITDA para introducir las diferencias de riesgo y oportunidades de crecimiento, es crítico que estas consideraciones participen en la selección de las empresas comparables. Volvamos a nuestro análisis anterior del múltiplo del EBITDA apropiado para la valoración de Helix Corporation para ver cómo podríamos hacer estos ajustes. Podríamos, por ejemplo, querer comparar las oportunidades de crecimiento de Helix y su riesgo con cada una de las empresas de la Tabla 6.2. El múltiplo del EBITDA relativamente bajo de Airgas puede reflejar el hecho de que su riesgo (como muestra el coste del capital de la empresa) es alto, o que sus oportunidades de crecimiento son reducidas comparadas con las otras empresas. Esto plantea la pregunta de si Helix se parece más a Airgas o al resto de empresas. Aunque no podemos responder sin más información sobre Helix y las demás empresas, este análisis es exactamente lo que se necesita para conseguir la mejor estimación posible del múltiplo de valoración del EBITDA de Helix.

## Normalizar el EBITDA

Antes argumentamos que el atractivo del EBITDA frente a los flujos de caja se basa en su relativa estabilidad al compararlo con el FFCF. Sin embargo, el EBITDA de hecho varía a lo largo del tiempo, y puede verse influido por efectos idiosincrásicos que hay que tener en cuenta al usar este modelo de valoración. Por ejemplo, en el caso de Helix Corporation utilizamos el EBITDA del año más reciente de la empresa, 10 M\$, para valorar la empresa.

La hipótesis que hicimos fue que este EBITDA no estaba influido por ningún evento especial y puntual del año pasado. Si el EBITDA estuviese afectado por algún evento así, nos llevaría a otorgar a Helix un valor que no reflejaría su potencial de ingresos futuro. Por ejemplo, si el EBITDA de 2005 de Helix reflejó los resultados de una transacción singular con un cliente, que contribuyó en 500.000 \$ al EBITDA pero no es probable que se repita en el futuro, podríamos querer ajustar el EBITDA a la baja hasta 9.500.000 \$. De forma similar, si el EBITDA de 2005 refleja un paso a pérdidas extraordinario de 250.000 \$, podríamos querer ajustar el EBITDA al alza hasta 10.250.000 \$.

### Ajustar la ratio de valoración por los descuentos de liquidez y las primas de control

Observemos que el valor calculado en el ejercicio anterior no es necesariamente el precio que un comprador querrá pagar. Es probable que un comprador puramente financiero, esto es, un inversor de capital privado o un fondo de inversión alternativa no cotizada (*hedge fund*), quiera un descuento sobre este valor. Por el contrario, un comprador estratégico que puede obtener sinergias al comprar y controlar la inversión puede estar dispuesto a pagar una prima de control.

La lógica del posible descuento es que Helix es una compañía no cotizada y los múltiplos del EBITDA basados en el mercado que utilizamos en nuestra primera valoración se basaban en una muestra de empresas cotizadas. Las compañías no cotizadas a menudo se venden con un descuento respecto a sus contrapartidas cotizadas porque no son tan fáciles de vender. Un descuento del 20% al 30% no es raro en estas circunstancias, y se suele atribuir al hecho de que las acciones de las empresas no cotizadas son menos líquidas (*i. e.*, más difíciles de vender) que las cotizadas. Por tanto, si aplicamos un descuento del 30%, nuestra estimación del valor de Helix se reduce a 73.360.000 \$ = 10,48 × 10.000.000 (1 – 0,3). En este caso, el valor estimado de los recursos propios es igual a 54.760.000 \$, *i. e.*,

Valor de la empresa (revisado)	73.360.000 \$
Más: efectivo	2.400.000 \$
Menos: deuda que devenga intereses	(21.000.000) \$
Valor de los recursos propios	<u><u>54.760.000 \$</u></u>

Si Helix está siendo comprado por Airgas, que es una empresa cotizada, ¿es probable que el descuento por liquidez sea un problema? Dado que Airgas es una empresa cotizada y es poco probable que quiera vender Helix, la relevancia de un descuento por liquidez está sujeta a debate. El precio final que se pagará en esta transacción depende del poder de negociación de cada una de las partes (*i. e.*, cuánta motivación tiene Airgas por la adquisición y cómo de interesados en vender están los propietarios de Helix). Esto a su vez depende de las sinergias y mejoras que Airgas espera conseguir cuando tome el control de Helix.

La compra de Helix por parte de Airgas puede considerarse una “adquisición estratégica”, que es una forma exótica de decir que hay ventajas (o sinergias) que surgen cuando Airgas toma el control. En contraste con las adquisiciones puramente financieras, que a menudo requieren descuentos de liquidez, las adquisiciones estratégicas a menudo llevan primas de control, que pueden incrementar el valor de la empresa comprada hasta un 30%

o incluso más. De nuevo, al adquirir una empresa no cotizada como Helix, el importe de cualquier prima de control que se pague dependerá del poder de negociación de las dos partes. La cuestión clave es que los ajustes por descuentos de liquidez y primas de control pueden variar de una situación a otra.

## 6.4. VALORACIÓN DE LA ACCIÓN MEDIANTE EL MÚLTIPLO DEL PRECIO/BENEFICIO (P/B)

Hasta este momento, nos hemos centrado en la valoración de grandes proyectos de inversión o de una empresa en su totalidad. Para estas aplicaciones, es habitual que los analistas utilicen los múltiplos del EBITDA junto con el enfoque DCF. En esta sección exploramos cómo valoran los analistas los recursos propios de una empresa.

Un enfoque podría ser utilizar los múltiplos del EBITDA para estimar el valor de la empresa, como describimos en la sección anterior, y luego restar la deuda de la empresa que devenga intereses para determinar el valor de sus recursos propios. Aunque este enfoque se utiliza en la práctica, no es el más importante. Por el contrario, los analistas de recursos propios tienden a centrar su atención en la estimación de los ingresos de la empresa que evalúan, y utilizan entonces la **ratio precio/beneficio (P/B)** para evaluar el precio de las acciones ordinarias.

El enfoque de valoración P/B se define en la Ecuación 6.8:

$$\frac{\text{Precio por acción de una empresa comparable}}{\text{Beneficio por acción de una empresa comparable}} \times \frac{\text{Beneficio por acción de la empresa evaluada}}{\text{Beneficio por acción de una empresa comparable}} = \text{Valor estimado de los recursos propios de la empresa} \quad (6.8)$$

Como acabamos de mencionar, el enfoque de valoración P/B se utiliza para estimar el valor de los recursos propios de la empresa. No se usa para calcular el valor de la empresa, como hicimos con el método de valoración del EBITDA.

### Ejemplo: Valoración de la división química de ExxonMobil empleando el método P/B

Para ilustrar el uso del enfoque P/B, supongamos que ExxonMobil (XOM) está considerando vender su división química. Aunque este es un caso hipotético, proporciona un escenario realista donde el uso del enfoque de valoración mediante múltiplos de P/B podría resultar útil. Si la división química se vende como una compañía independiente al público, ExxonMobil podría utilizar una oferta pública inicial (OPI) para vender las acciones de la nueva compañía. Alternativamente, se podría vender la división a otra empresa. En ambos casos, ExxonMobil necesita conocer el valor de la división.

En 2004 la división química de ExxonMobil era la tercera compañía química más grande del mundo, por detrás de BASF AG (BF) y DuPont (DD), según ingresos totales<sup>9</sup>.

<sup>9</sup>No todas las empresas hacen pública la información sobre sus divisiones. Cuando no hay información divisional disponible, este tipo de análisis puede ser muy difícil de llevar a cabo por un analista de fuera de la empresa. Sin embargo, la compañía podría, como proponemos aquí, realizar el análisis internamente siempre que tenga informes financieros divisionales.

**Tabla 6.3 Ratios precio/beneficio de compañías químicas (16 de agosto de 2005)**

	Precio de la acción	÷	Beneficio por acción	=	Ratio P/B
BASF AG (BF)	70,47 \$		5.243 \$		13,44
Bayer AG (BAY)	35,64 \$		1.511 \$		23,59
Dow Chemical (DOW)	47,40 \$		4.401 \$		10,77
E I DuPont (DD)	41,00 \$		2.572 \$		15,94
Eastman Chemical (EMN)	51,69 \$		5.75 \$		8,99
FMC (FMC)	59,52 \$		5.729 \$		10,39
Rohm & Hass (ROH)	45,02 \$		2.678 \$		16,81
			Media		14,28

La división química ganaba 3.428 M\$ en 2004, comparados con los 1.432 M\$ de 2003 y los 830 M\$ de 2002. Si la compañía se decantase por vender la división a través de una oferta pública de suscripción, una pregunta clave que querría responder sería: “¿cuánto podemos esperar ingresar por la venta de los recursos propios?”. Podemos vislumbrar la magnitud del valor de estos recursos propios aplicando la ratio P/B media de empresas similares a los ingresos de la división química. La Tabla 6.3 contiene las ratios P/B de siete de las mayores empresas químicas del mundo. Tienen un múltiplo P/B medio de 14,28, lo que implica que, en una primera aproximación, es probable que la división química de ExxonMobil valga unos 48.940 M\$ = 14,28 × 3.428 M\$.

Para refinar la estimación del valor de la división química de ExxonMobil (XOM), queremos escrutar los comparables de mercado más de cerca y evaluar hasta qué punto son realmente parecidos a ella. Por ejemplo, señalamos antes que los ingresos de la división química de ExxonMobil la sitúan como la tercera compañía química más grande del mundo. Si el tamaño de la empresa es un determinante de las ratios P/B, entonces el grupo de comparación apropiado comprendería solo las empresas verdaderamente grandes del sector. Basándonos en sus capitalizaciones de mercado, que es igual al precio por acción multiplicado por el número de acciones ordinarias (véase la Tabla 6.4), las cuatro mayores empresas incluyen BASF AG, Bayer AG, Dow Chemical y E I DuPont. El múltiplo medio de P/B de estas cuatro empresas es 15,935, y si lo aplicamos a la valoración de los recursos propios de la división química de ExxonMobil, la estimación se incrementa hasta los 54.630 M\$. ¡Esta cifra sin duda será mejor recibida por la dirección de ExxonMobil!

Sin embargo, hay una dispersión sustancial en las ratios P/B de este sector. Por tanto, para valorar la división química de ExxonMobil, tenemos que preguntarnos si su riesgo y su potencial de crecimiento se parecen más a los de Bayer AG, que tiene un P/B de 23,59, o más bien a Dow Chemical, que tiene un P/B de solo 10,77. Una respuesta completa a esta pregunta requeriría un análisis más profundo de las diferencias y parecidos entre la división química de ExxonMobil y cada una de las empresas comparables, que ciertamente incluiría un análisis de las perspectivas de crecimiento y del apalancamiento operativo de las distintas empresas.

Lo que queda de nuestra reflexión sobre el P/B profundiza en el impacto de las perspectivas de crecimiento de una empresa en su ratio P/B, tanto en el contexto de una

**Tabla 6.4 Capitalización de mercado y ratios P/B de las empresas químicas comparables**

	Ratio P/B	Capitalización de mercado (millones de dólares)
BASF AG (BF)	13,44	38.250
Bayer AG (BAY)	23,59	25.630
Dow Chemical (DOW)	10,77	45.250
E I DuPont (DD)	15,94	40.610
Eastman Chemical (EMN)	8,99	4.100
FMC (FMC)	10,39	2.200
Rohm & Hass (ROH)	16,81	10.010
Media (4 mayores)	15,94	37.440
Media (3 menores)	12,06	5.440

empresa estable que crece a una tasa constante indefinidamente, como en el de una empresa pujante que disfruta un periodo de elevadas tasas de crecimiento seguido de una reducción a una tasa de crecimiento sostenible pero menor.

### Múltiplos de P/B para empresas de crecimiento estable

Una empresa de crecimiento estable es aquella que espera crecer indefinidamente a una tasa constante. El múltiplo P/B de una empresa así viene determinado por su tasa constante de crecimiento, y se puede calcular resolviendo el modelo de crecimiento de Gordon aplicado a la valoración de los recursos propios de la empresa, que se encuentra en la Ecuación 6.9<sup>10</sup>:

$$P_0 = \frac{\text{Dividendo por acción}_0(1 + g)}{k - g} = \frac{\text{Beneficio por acción}_0(1 - b)(1 + g)}{k - g} \quad (6.9)$$

donde *b* es la ratio de retención, o la fracción de los beneficios que la empresa retiene, lo que implica que (1 - *b*) es la fracción de los beneficios que la empresa paga en dividendos; *g* es la tasa de crecimiento de estos dividendos; y *k* es la tasa de rentabilidad exigida a los recursos propios. Reordenando los términos de la ecuación, podemos expresar la ratio P/B como sigue:

$$\text{Ratio P/B} = \frac{(1 - b)(1 + g)}{k - g} \quad (6.10a)$$

Para profundizar en el cálculo de las ratios P/B, en primer lugar observamos que las empresas pueden incrementar sus beneficios reinvertiendo los beneficios retenidos en proyectos

<sup>10</sup>Nótese que esta expresión es simplemente la Ecuación 6.2 aplicada a los recursos propios de la empresa en lugar de al valor de la empresa.

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Beneficios actuales, beneficios futuros y la ratio P/B

La ratio precio/beneficio es un concepto sencillo: el precio de mercado de la acción ordinaria de una empresa dividido entre sus beneficios anuales por acción. Aunque el precio de mercado actual no es una variable ambigua, los beneficios sí lo son. Por ejemplo, la variable beneficios a veces representa los beneficios por acción del año más reciente. En tal caso, la ratio P/B se conoce como la “ratio P/B actual” o la “ratio P/B de seguimiento”. Hay otra definición habitual de la ratio P/B que utiliza las previsiones a cinco años de los ingresos según los analistas. Es la “ratio P/B futura”.

Para ilustrar las diferencias, consideremos el caso de las compañías químicas utilizado en el ejemplo de valoración de la división química de ExxonMobil. Las ratios P/B actual y futura de estas empresas se encuentran a continuación:

	Precio de la acción (\$)	Beneficio por acción actual (\$)	Ratio P/B actual	Beneficio por acción previsto (\$)	Ratio P/B futura (\$)
BASF AG (BF)	70,47	5,243	13,44	7,27	9,69
Bayer AG (BAY)	35,64	1,511	23,59	2,69	13,27
Dow Chemical (DOW)	47,40	4,401	10,77	5,71	8,30
E I DuPont (DD)	41,00	2,572	15,94	3,04	13,48
Eastman Chemical (EMN)	51,69	5,75	8,99	5,93	8,71
FMC (FMC)	59,52	5,729	10,39	5,66	10,51
Rohm & Hass (ROH)	45,02	2,678	16,81	3,12	14,44
		Media	14,28		11,20

Las ratios P/B futuras son inferiores a las actuales en los seis casos en que se espera que los beneficios crezcan, y es superior en el caso (FMC) en que se espera que el beneficio por acción caiga. Aunque las diferencias en P/B no son dramáticas en esta muestra de empresas, pueden serlo en situaciones de cambios bruscos o en el caso de empresas que tengan perspectivas de grandes cambios en sus beneficios futuros. En estos casos es importante que el analista vea más allá del P/B actual cuando contraste la valoración actual del mercado de una empresa con la de empresas comparables.

con VAN positivo. Asumiremos que estas inversiones con VAN positivo ingresan una tasa de rendimiento, que denominaremos  $r$ , que supera la tasa de rentabilidad exigida de la empresa,  $k$ . Las empresas bien posicionadas con ventajas competitivas, propiedad intelectual, patentes y pericia gerencial son capaces de generar tasas de rentabilidad más elevadas en las nuevas inversiones y también oportunidades de reinvertir una parte mayor de sus beneficios. Es la combinación de la cantidad en la que  $r$  supera a  $k$  y la fracción de los beneficios de la empresa que pueden reinvertirse de forma rentable lo que determina la ratio P/B de la empresa.

Para ilustrar esto, supongamos que una empresa con 100 M\$ de capital invertido genera unos rendimientos sobre el capital invertido del 20% anual. Si la empresa paga el 100% de sus beneficios todos los años, entonces el dividendo será de 20 M\$ al año. En este caso la tasa de crecimiento de los dividendos de la empresa,  $g$ , es cero. Ahora supongamos que la em-

presa solo paga el 40% de sus beneficios en dividendos y reinvierte el 60% restante en sus operaciones. En este caso, el primer dividendo será  $D_1 = 100 \text{ M\$} \times 0,2 \times 0,4 = 8 \text{ M\$}$ , lo que deja a la empresa con una base de capital de 112 M\$. Si la empresa continúa generando la misma rentabilidad del 20% sobre la base de capital aumentada, y si continúa pagando un 40% de sus beneficios y reteniendo un 60%, el dividendo de su segundo año será  $D_2 = 112 \text{ M\$} \times 0,2 \times 0,4 = 8,96 \text{ M\$}$ . Los dividendos seguirán creciendo a un  $(8,96 - 8,00)/8,00 = 12\%$  anual siempre que continúe la política de pago de dividendos, y el rendimiento del capital de la empresa se mantiene igual al 20%.

Bajo estas asunciones, podemos expresar la tasa de crecimiento del dividendo de una empresa como el producto de su tasa de retención,  $b$ , y la tasa de rendimiento que puede obtener del capital reinvertido,  $r$ . Ahora reformulamos el múltiplo de P/B de la Ecuación 6.10a del siguiente modo:

$$\text{Múltiplo del P/B} = \frac{(1-b)(1+g)}{k-g} = \frac{(1-b)(1+b \cdot r)}{k-b \cdot r} \quad (6.10b)$$

Utilizando la Ecuación 6.10b, vemos que para una empresa de crecimiento estable el múltiplo de P/B viene determinado por la política de pago de dividendos de la empresa (*i. e.*, uno menos la ratio de retención, o  $1-b$ ); la tasa de rentabilidad exigida por los accionistas,  $k$ ; y la tasa de rentabilidad que la empresa espera ganar con los beneficios reinvertidos,  $r$ . Por tanto, podemos utilizar la Ecuación 6.10b para explorar la relación entre el múltiplo del P/B y cada una de estas variables clave.

Para ilustrar el efecto de las diferencias en las tasas previstas de crecimiento y las ratios de retención sobre la ratio P/B, consideremos dos empresas de ejemplo (A y B), descritas en la Tabla 6.5. La empresa A tiene la oportunidad de crear valor para los accionistas reteniendo y reinvertiendo los beneficios. Esto se refleja en el hecho de que el rendimiento del capital invertido,  $r$ , es del 10%, que es más que la tasa de rendimiento exigida por los accionistas,  $k$ , del 8%. La empresa B, por su parte, perjudica a sus accionistas si reinvierte, dado que su rendimiento del capital invertido (10%) es menor que la tasa de rendimiento exigida (12%).

Nótese que para la empresa A, el múltiplo de P/B crece conforme crece la fracción de sus beneficios que puede retenerse y reinvertirse de forma rentable. Esto refleja la creación de riqueza para el accionista que sucede cuando una empresa con una tasa de rendimiento exigida del 8% gana un 10% con su nueva inversión. El múltiplo de P/B que se encuentra en la Ecuación 6.10b se hace infinito, sin embargo, cuando la ratio de retención llega al 80%. En ese caso, la tasa de crecimiento de la empresa (que es igual al producto de  $b$  y  $r$ ) es del 8%. Un vistazo rápido a la Ecuación 6.10b nos dice por qué sucede esto: la tasa de crecimiento y la tasa de rendimiento exigida son ambas del 8%; por tanto el valor de los recursos propios de la empresa queda indefinido. La situación de la empresa B es la inversa a la de la empresa A: el múltiplo del P/B decrece conforme la empresa retiene una fracción mayor de sus ingresos (*i. e.*, conforme  $b$  crece). Esto, por supuesto, refleja el hecho de que la empresa solo es capaz de ganar un 10% reinvertiendo los beneficios mientras que sus accionistas exigen un 12%.

## Múltiplo de P/B para una empresa de crecimiento rápido

Podemos relacionar el múltiplo de P/B de una empresa de crecimiento rápido con los fundamentos de la compañía de forma muy parecida a como hicimos con las empresas

**Tabla 6.5 El múltiplo del P/B y la política de dividendos de una empresa de crecimiento estable**

Empresa A: $r = 10\%$ , $k = 8\%$			Empresa B: $r = 10\%$ , $k = 12\%$		
Ratio de retención ( $b$ )	Tasa de crecimiento ( $g$ )	Múltiplo del P/B	Ratio de retención ( $b$ )	Tasa de crecimiento ( $g$ )	Múltiplo del P/B
0%	0%	12,50	0%	0%	8,33
10%	1%	12,99	10%	1%	8,26
20%	2%	13,60	20%	2%	8,16
30%	3%	14,42	30%	3%	8,01
40%	4%	15,60	40%	4%	7,80
50%	5%	17,50	50%	5%	7,50
60%	6%	21,20	60%	6%	7,07
70%	7%	32,10	70%	7%	6,42
80%	8%	Indefinido*	80%	8%	5,40
90%	9%	Indefinido*	90%	9%	3,63
100%	10%	Indefinido*	100%	10%	0,00

**Leyenda**

$r$  = rendimiento de los beneficios reinvertidos

$k$  = tasa de rentabilidad exigida por los accionistas

\* Estas celdas tienen múltiplos de P/B negativos. Aquí la fórmula del múltiplo de P/B,  $(1 - b)(1 + g)/(k - g)$  no es aplicable porque para  $k < g$ , la serie (perpetua) no converge. Intuitivamente, esta situación implica que los beneficios crecen más deprisa que el coste del capital indefinidamente. Esta situación no puede darse en una economía competitiva, donde el libre mercado hará descender las tasas de crecimiento elevadas al rango posible (donde  $k > g$ ).

de crecimiento estable, con una diferencia importante. Dado que no esperamos que una empresa sea capaz de mantener un crecimiento elevado indefinidamente, para describir sus perspectivas de crecimiento necesitamos dos periodos. Suponemos que la empresa experimenta un crecimiento muy elevado durante un periodo de  $n$  años, y a continuación sigue un periodo de crecimiento muy inferior pero sostenido<sup>11</sup>. La Ecuación 6.11 muestra la valoración de los recursos propios de una empresa de estas características:

$$P_0 = \frac{EPS_0(1 + g_1)(1 - b_1)}{k - g_1} \left( 1 - \frac{(1 + g_1)^n}{(1 + k)^n} \right) + \frac{EPS_0(1 + g_1)^n(1 - b_2)(1 + g_2)}{k - g_2} \left( \frac{1}{(1 + k)^n} \right) \quad (6.11)$$

<sup>11</sup>Recordará que el modelo de dos etapas que estamos describiendo es muy similar al que expusimos en el Capítulo 4. La diferencia es que ahora definimos el valor de los recursos propios como el valor actual de los dividendos futuros esperados (no del EFCF).



En esta ecuación abreviamos el beneficio por acción por EPS (*earnings per share*), y tanto la ratio de retención (*b*) como la tasa de crecimiento (*g*) ahora tienen un subíndice para reflejar el hecho de que la política de dividendos de la empresa y sus perspectivas de crecimiento pueden ser diferentes en los dos periodos de crecimiento<sup>12</sup>.

Podemos interpretar la Ecuación 6.11 del siguiente modo: el primer término del lado derecho expresa el valor actual de los dividendos que se reciben a lo largo de los próximos *n* años. Para la empresa de rápido crecimiento, los dividendos crecen a una tasa elevada igual a *g<sub>1</sub>* durante *n* años, después de lo cual los dividendos del *n*-ésimo año crecen a una tasa constante (y más reducida) de *g<sub>2</sub>* indefinidamente.

Ahora podemos despejar el múltiplo del P/B simplemente dividiendo ambos lados de la Ecuación 6.11 entre  $EPS_0$ . El resultado se muestra a continuación:

$$\frac{P_0}{EPS_0} = \frac{(1 - b_1)(1 + g_1)}{k - g_1} \left( 1 - \frac{(1 + g_1)^n}{(1 + k)^n} \right) + \frac{(1 - b_2)(1 + g_1)^n(1 + g_2)}{k - g_2} \left( \frac{1}{(1 + k)^n} \right) \quad (6.12)$$

Analicemos los determinantes del múltiplo del P/B para la empresa de rápido crecimiento. Recordando que  $g_1 = b_1 r_1$  y  $g_2 = b_2 r_2$ , vemos que el múltiplo del P/B de la empresa es función de la política de dividendos de la empresa en los dos periodos (*i. e.*, *b<sub>1</sub>* y *b<sub>2</sub>*), el rendimiento de los recursos propios sobre el capital invertido por la empresa (*r<sub>1</sub>* y *r<sub>2</sub>*) y la tasa de rendimiento exigida por los accionistas (*k*). De nuevo, la relación entre *r* (tanto *r<sub>1</sub>* como *r<sub>2</sub>*) y *k* es el determinante clave del múltiplo del P/B. Si *r* > *k*, el múltiplo de P/B de la empresa se incrementa en una cantidad que viene determinada por su ratio de retención, *b*.

Para ilustrar el uso de la ratio de P/B de una empresa de crecimiento rápido, consideremos Google, Inc., que se constituyó en 1998 y ofrece Google WebSearch para acceder a páginas *web*. La compañía salió a bolsa en 2004, y para el 11 de julio de 2006, el precio de sus acciones era de 424,56 \$, lo que daba a la empresa un múltiplo de P/B de 74,5, a partir de los beneficios por acción de 5,70 \$ en 2005. Para evaluar si esta ratio P/B tan elevada se puede justificar, emplearemos la Ecuación 6.12, que utiliza dos periodos: un periodo finito de elevado crecimiento seguido de un periodo indefinido de crecimiento estable.

<sup>12</sup>Los beneficios crecerán a una tasa de *g<sub>1</sub>* durante *n* años y *g<sub>2</sub>* inmediatamente después. Por el contrario, los dividendos crecerán a *g<sub>1</sub>* durante *n* años y a una tasa menor *g<sub>2</sub>* después de (*n* + 1) años. Pero en el periodo intermedio, (*n*, *n* + 1), habría una discontinuidad en el crecimiento de los dividendos, como se muestra a continuación:

Año	Beneficios	Crecimiento de los ingresos aplicado	Dividendos	Crecimiento de los dividendos aplicado
( <i>n</i> - 1, <i>n</i> )	$EPS_0(1 + g_1)^n$	<i>g<sub>1</sub></i>	$EPS_0(1 + g_1)^n (1 - b_1)$	<i>g<sub>1</sub></i>
( <i>n</i> , <i>n</i> + 1)	$EPS_0(1 + g_1)^n (1 + g_2)$	<i>g<sub>2</sub></i>	$EPS_0(1 + g_1)^n (1 + g_2) (1 - b_2)$	$[(1 + g_2) (1 - b_2)] / (1 - b_1) - 1$
( <i>n</i> + 1, <i>n</i> + 2)	$EPS_0(1 + g_1)^n (1 + g_2)^2$	<i>g<sub>2</sub></i>	$EPS_0(1 + g_1)^n (1 + g_2)^2 (1 - b_2)$	<i>g<sub>2</sub></i>

Para analizar la ratio P/B de Google mediante la Ecuación 6.12, utilizamos la información que se encuentra en el panel a de la Tabla 6.6, junto con estimaciones de la duración del periodo de elevado crecimiento ( $n$  en la Ecuación 6.12), la ratio de pago de dividendos después del año  $n$  (i. e.,  $[1 - b_2]$ ) y la tasa prevista de crecimiento de los beneficios ( $g_2$ ) después del año  $n$ . Recuerde que la tasa de crecimiento de los beneficios después del año  $n$  se puede estimar como el producto de la fracción de los beneficios que la empresa retiene (i. e., que no paga en dividendos) y la tasa de rendimiento de los beneficios reinvertidos, o el rendimiento de los recursos propios. Por tanto, los determinantes clave del P/B de Google son la duración del periodo de elevado crecimiento, la ratio de pago de dividendos y el rendimiento de los recursos propios durante el periodo posterior al de elevado crecimiento. La Tabla 6.6 contiene tres escenarios que incluyen conjuntos de estos parámetros clave, y todos producen el P/B observado en Google de 74,5. Por supuesto, estas no son las únicas combinaciones posibles de estos parámetros que producirían una ratio P/B de 74,5. Sin embargo, sí ilustran la viabilidad de obtener una ratio P/B que sea consistente con el P/B de mercado observado.

Para determinar cómo podríamos evaluar la verosimilitud de cada escenario, consideremos el primero en más profundidad. El escenario 1 asume que Google será capaz de reinvertir todos sus beneficios en los próximos 12 años a su tasa actual de rendimiento de los recursos propios del 24,7%. Dado que la empresa retiene todos sus beneficios, la tasa de crecimiento de los beneficios también es del 24,7% (recuerde que la tasa de crecimiento es igual al producto del rendimiento de los recursos propios y la ratio de retención). Por tanto, en 12 años los beneficios por acción estimados de Google serán de  $80,61 \$ = 5,70 \$ \times (1 + 0,247)^{12}$ . A esta fecha futura, la ratio P/B de la empresa será de 14,93, que es muy inferior a su ratio P/B actual de 74,5. La razón de esta bajada en la ratio P/B es que la tasa de crecimiento de Google en este segundo periodo cae de 24,7% a solo 4,93%. Multiplicando esta estimación de la ratio P/B en 2018 por la estimación de los beneficios por acción futuros, 80,61 \$, estimamos que el precio esperado de la acción de Google será de 1.203,38 \$ al final del periodo de elevado crecimiento de 12 años.

¿Es de verdad probable que Google sea capaz de mantener un rendimiento del 24,7% sobre sus beneficios reinvertidos durante 12 años? Si Google lo consigue, ganará 24.430 M\$ en 2018, lo que casi doblaría los beneficios de Microsoft Corporation de 2005, 13.470 M\$. Podríamos decidir que este conjunto concreto de asunciones es excesivamente optimista y concluir que la acción de Google está sobrevalorada. Alternativamente, podríamos considerar si los escenarios 2 y 3 son más verosímiles. Estos escenarios hacen hipótesis menos optimistas sobre la duración del periodo de elevado crecimiento pero justifican el múltiplo actual de P/B de Google asumiendo un mayor crecimiento a largo plazo. Por ejemplo, en el escenario 2 los beneficios de Google después de 12 años (en 2018) son muy inferiores a los del escenario 1<sup>13</sup>, y son menores que los beneficios actuales de Microsoft, pero su ratio P/B es 38,12, que es muy superior al 14,93 del escenario 1. Esta diferencia en ratios P/B refleja el hecho de que en el escenario 2 se espera que los beneficios de Google durante el segundo periodo crezcan al 8,16%, a diferencia del 4,93% del escenario 1.

Como ilustra este ejemplo sobre Google, el uso de los múltiplos de P/B, como todos los enfoques que consideramos, proporciona valoraciones de los recursos propios que son tan buenas como el juicio del analista que las lleva a cabo. El enfoque P/B es una herramienta

<sup>13</sup>En el escenario 2, se asume que el beneficio por acción (EPS) de Google crece al 24,7% durante solo cinco años y de entonces en adelante al 8,16%.

**Tabla 6.6 Análisis de la ratio P/B de una empresa de rápido crecimiento: Google, Inc.**

**Panel a. Información sobre la cotización actual y los beneficios**

Ratio P/B	74,5	Rendimiento de los recursos propios	24,7%
Beta	0,81	Pago de dividendos	0,0%
Tipo libre de riesgo	5,02%	Coste de los recursos propios	9,07%
Prima de riesgo del mercado	5,00%		

**Panel b. Análisis de escenarios**

	Periodo de crecimiento, $n$	Pago de dividendos, $(1 - b_2)$	Rendimiento de los RRPP	Tasa de crecimiento, $g_2$	Ratio P/B	Estimaciones para 2018			
						EPS	P/B	Precio de la acción	
Escenario 1	12	58,94%	12,00%	4,93%	74,484	80,61 \$	14,93	1.203,38 \$	24.432.218.360 \$
Escenario 2	5	31,98%	12,00%	8,16%	74,484	29,77 \$	38,12	1.135,04 \$	9.023.395.570 \$
Escenario 3	5	58,94%	18,05%	7,41%	74,484	28,35 \$	38,13	1.080,86 \$	8.592.575.505 \$

útil para realizar una serie de hipótesis y convertirlas en una estimación del precio de la acción. Cuando hacemos un análisis de valoración, debemos considerar una serie de escenarios verosímiles y determinar cómo de sensible es el resultado del modelo de valoración a la duración del periodo de crecimiento elevado, a la tasa de reinversión y al rendimiento de los recursos propios que prevalecerán después del primer periodo.

## 6.5. CALCULAR EL PRECIO DE UNA OFERTA PÚBLICA INICIAL

Cuando una empresa vende sus acciones en el mercado por primera vez, el proceso de ofertar estas acciones se suele conocer como “oferta pública inicial” u OPI. Como explicaremos brevemente en esta sección, el enfoque de comparables de mercado que se utiliza en este capítulo desempeña un papel importante en la valoración de las OPI.

Como primer paso en el proceso de OPI, el líder de la emisión (esto es, el banquero de inversión que gestiona el proceso de OPI para la compañía que sale a bolsa) determina una estimación inicial de un rango de valores para las acciones del emisor. La estimación normalmente es el resultado de un análisis de valoración mediante comparables que utiliza varios ratios de valoración como las expuestas en este capítulo. Por ejemplo, el líder de la emisión puede estimar el valor de la empresa mediante el múltiplo del EBITDA y luego restar la deuda neta (*i. e.*, la deuda que devenga intereses menos las reservas de efectivo de la empresa) para obtener una estimación del valor de los recursos propios del emisor. El precio de la acción es entonces el valor de los recursos propios divididos entre el número de acciones que la empresa emite. Dada la variedad de comparables y ratios de valoración que se suelen usar en este análisis, este ejercicio resultará en un rango de precios de la acción (digamos de 10 \$ a 15 \$ por acción) de la nueva emisión, no un único precio de oferta.

Después de establecer el rango inicial de precios, el líder de la emisión lleva a cabo el proceso de *book-building*, donde calcula el grado de interés del inversor. En concreto, en las semanas previas a la fecha de oferta, el líder de la emisión y los ejecutivos de la compañía viajan por el país para reunirse con inversores potenciales. Durante estas visitas, que se conocen como el *road-show*, la fuerza de ventas del líder de la emisión recoge información sobre el interés de los potenciales inversores institucionales en comprar acciones a diferentes precios dentro del rango inicial de valoración. Esta información forma la base del *book*, que contiene expresiones no vinculantes de interés en comprar acciones de la OPI a diferentes precios, generalmente dentro del rango inicial de precios.

Por último, durante la reunión de fijación del precio de la víspera de la OPI, el banquero de inversión y los ejecutivos de la compañía se reúnen para decidir el precio de la oferta inicial. Estrechar el rango hasta llegar a un único precio es el resultado del juicio de los ejecutivos de la compañía y de las siguientes consideraciones:

- Un análisis de valoración actualizado basado en la información de la cotización de ese día de las empresas comparables y las OPI recientes, en combinación con las medidas más actualizadas del desempeño de la empresa (*i. e.*, EBITDA).
- Un análisis del grado de interés en la nueva oferta que se detectó en el proceso de *book-building*. Obviamente, las expresiones de mucho interés alentarán a la empresa a subir el precio inicial dentro del rango inicial, y viceversa.
- Por último, a los líderes de la emisión les suele gustar aplicar un descuento (normalmente del 10% al 25%) al precio que se espera que coticen las acciones en el mercado. Su argumento es que esto ayuda a generar una buena acogida de la oferta por parte del mercado.

## 6.6. OTRAS CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

En esta sección cerramos nuestra reflexión sobre la valoración relativa profundizando en algunos aspectos prácticos que surgen cuando se realiza un ejercicio de valoración utilizando múltiplos. En concreto, los dos primeros pasos del procedimiento en cuatro pasos son críticos para el éxito final del esfuerzo, ya que involucran decisiones del analista sobre el conjunto de empresas comparables y la métrica de valoración concreta que se utilice para determinar el valor relativo. Además, abrimos una reflexión que continuará en el Capítulo 7 sobre el uso de la valoración con múltiplos y la valoración DCF.

### CONSEJOS DEL PROFESIONAL

#### La valoración de las acciones en una oferta pública inicial (OPI): una entrevista con J. Douglas Ramsey, Ph. D.\*

En 2006 sacamos EXCO Resources (NYSE: XCO) a bolsa con una oferta pública inicial. EXCO no cotizaba desde 2003, cuando salió a bolsa después de haber estado en Nasdaq con la ayuda de la empresa de capital privado Cerberus Capital Management, LP. La motivación para salir a bolsa en ese momento era obtener el capital necesario para financiar ciertas adquisiciones relevantes de propiedades de gas y petróleo y reducir la cantidad de deuda del balance. Esto siguió a una compra de recursos propios algunos meses antes, cuando unos inversores privados de la transacción de 2003 salieron y hubo que pagarles su parte. La compra de recursos propios se financió con una combinación de deuda y nuevos recursos propios provenientes de inversores privados.

La valoración de las nuevas acciones la realizó el banco de inversión J. P. Morgan utilizando precios comparables de empresas similares del mercado. En concreto, nuestro banquero usó seis ratios distintas, iguales al valor de la empresa dividido entre seis métricas de valoración frecuentemente utilizadas en nuestro sector\*\*. Este análisis, en combinación con las métricas de valoración propias de EXCO, nos dio una idea de qué tipo de valor de empresa podíamos esperar cuando se completase la OPI. A partir de esta valoración y el número de acciones que planeábamos vender, pudimos calcular un precio para nuestras acciones.

El precio real al que se ofertaron las nuevas acciones no se decidió hasta una reunión que tuvo lugar la noche antes de la OPI. En esta reunión nuestro banquero de inversión trajo un análisis actualizado de los comparables de mercado junto con el *book*. Esto último comprendía un listado de las muestras de interés en comprar nuestras acciones en la oferta inicial. El *book* se elaboró en las semanas previas a la OPI, durante lo que se suele llamar el *road show*, en que la directiva de la empresa y representantes de los bancos de inversión, en nuestro caso J. P. Morgan, Bear Stearns y Goldman Sachs, se recorre el país hablando sobre la inversión con inversores institucionales potenciales.

\* Director financiero de EXCO Resources, Inc., Dallas, Texas.

\*\* Las métricas de valoración incluyen los atributos específicos de la compañía que se consideran indicadores importantes del valor de la empresa. En el caso de una compañía de energía y petróleo, estos normalmente incluyen la producción del año en curso, las reservas de petróleo y gas natural, el flujo de caja disponible del año en curso y estimaciones del EBITDA más los gastos de desarrollo y mantenimiento (EBITDAX) de los próximos dos años.

## Seleccionar empresas comparables

Ahora volvamos al primer paso (elegir empresas comparables) para explorarlo en más detalle. Aunque es la primera tarea que el analista debe abordar, quizá sea la más difícil. Las empresas comparables comparten características operativas y financieras similares. En concreto, deberían tener perspectivas de crecimiento y estructuras de costes operativos similares, así como estructuras de capital parecidas.

El enfoque que se suele adoptar para seleccionar empresas comparables utiliza empresas del mismo sector. Esto tiene sentido por varias razones: en primer lugar, las empresas del mismo sector tienden a utilizar convenciones contables similares, que permiten al analista comparar directamente las distintas ratios financieras. En segundo lugar, las empresas del mismo sector tienden a tener riesgos y perspectivas de crecimiento similares<sup>14</sup>. Sin embargo, como hemos expuesto, empresas distintas del mismo sector a menudo tienen filosofías de gestión muy distintas, que conducen a perfiles de riesgo y crecimiento muy diferentes, y además las empresas a menudo operan en varios sectores, lo que hace más difícil evaluar a qué sector pertenecen. Por ejemplo, en el análisis anterior de ExxonMobil (XOM) encontramos que tenía tres divisiones operativas en tres sectores distintos<sup>15</sup>. Cuando esto sucede, el analista puede considerar necesario utilizar una media de las ratios de valoración del sector, correspondientes a cada una de las unidades de negocio de la empresa.

## Escoger la ratio de valoración

Aunque las ratios de beneficios y EBITDA son las más utilizadas, algunas empresas tienen beneficios de cero o negativos. Cuando este es el caso, los analistas suelen mirar otras ratios de valoración para orientarse. Por ejemplo, como mencionamos antes, las valoraciones inmobiliarias normalmente incluyen un análisis del precio por unidad de superficie de los inmuebles comparables. En algunos negocios, los analistas utilizan ratios de valoración basadas en las ventas o en el valor en libros de la empresa. La Tabla 6.7 proporciona un resumen de algunas de las ratios más comunes. El panel a se centra en las ratios de valoración de recursos propios, y el panel b lista algunas ratios comunes de valoración de empresas.

### Mantener la consistencia al seleccionar una ratio de valoración

Un consejo sencillo pero importante al utilizar ratios de valoración es: el numerador y el denominador tienen que ser consistentes. Por consistentes queremos decir que si la métrica de precio o de valor se basa en el valor de los recursos propios (por ejemplo, el precio por acción), entonces el denominador debería reflejar un atributo de la empresa que esté directamente relacionado con el precio por acción. Por ejemplo, los beneficios netos por acción o los beneficios por acción pueden estar directamente vinculados con el precio de la

<sup>14</sup>Estos resultados se basan en una comparación de precios observados y precios estimados (basados en las diversas maneras de formar grupos de empresas comparables y evaluando la significatividad de la desviación absoluta, medida como porcentaje del precio observado). Véase A. Alford, "The Effect of the Set of Comparable Firms on the Accuracy of the Price-Earnings Valuation Method", *Journal of Accounting Research* (primavera de 1992): 94-108.

<sup>15</sup>Estas divisiones eran abastecimiento (exploración y desarrollo de petróleo y gas), procesado (refinado de petróleo y gas para uso energético) y química (conversión del crudo en plásticos y otros productos no energéticos).

acción, dado que los beneficios representan el ingreso disponible para distribuir entre los accionistas o reinvertir en su nombre. Sin embargo, en ocasiones hemos visto a algunos analistas utilizar el precio de la acción sobre el EBITDA o sobre las ventas (*i. e.*, precio por acción dividido entre ventas por acción), que son ratios inconsistentes, dado que el EBITDA y las ventas son generados por todos los activos de la empresa, no solo la parte de recursos propios del balance. En consecuencia, si queremos comparar empresas con una ratio que incluye una variable como ventas por acción, debemos ser cuidadosos y seleccionar empresas comparables que tengan unos apalancamientos operativo y financiero similares a los de la empresa evaluada.

### Tratar con información financiera poco fiable

En cualquier año dado, los beneficios que reporta una empresa a menudo proporcionan una medida imperfecta de la capacidad del negocio de generar flujos de caja futuros. Esto es particularmente cierto en las empresas jóvenes que están muy lejos de alcanzar su potencial (*i. e.*, que tienen un potencial de crecimiento significativo). En estas circunstancias, el EBITDA o el beneficio por acción a menudo son negativos, lo que hace imposible utilizar ratios basadas en los beneficios. En otros casos, la contabilidad puede ser dudosa, o bien el negocio es capaz de generar valor a sus propietarios, quizá pagando salarios elevados, de modos que no se muestran en la cuenta de resultados.

En situaciones como estas, los beneficios que la empresa reporta son indicadores poco fiables del valor de la empresa. En estas circunstancias, el analista puede tomar dos caminos: el primero consiste en utilizar otras ratios de valoración que se basen en medidas más fiables de la capacidad de la empresa de generar flujos de caja futuros. La mayor parte de ellas son medidas del tamaño de la empresa, y por tanto son análogas a valorar los inmuebles según el precio por unidad de superficie. La medida de tamaño más habitual son las ventas o ingresos de la empresa, seguida muy de cerca por el valor en libros de los activos de la empresa. Por ejemplo, en el panel a de la Tabla 6.7, la ratio precio de mercado sobre valor en libros de los recursos propios podría utilizarse si el objetivo es estimar el valor de los recursos propios, o se podría usar la ratio valor de la empresa sobre ventas para estimar el valor de la empresa. También hay medidas de tamaño frecuentemente utilizadas que son propias de algunos sectores concretos. Por ejemplo, los periódicos, las revistas y las compañías telefónicas a menudo se valoran en función de su número de suscriptores, y las empresas de gestión de fondos y otras instituciones financieras suelen valorarse por el importe de los activos que manejan.

El segundo camino que se le abre al analista que descubre que los beneficios de la empresa no reflejan la realidad consiste en ajustar o normalizar los beneficios reportados para que proporcionen una imagen más fiel del potencial de la empresa. Por ejemplo, al valorar negocios familiares, de pequeño tamaño, no es raro que el propietario se pague a sí mismo un salario nada competitivo como forma de sacarle al negocio un valor adicional deducible de impuestos<sup>16</sup>. Cuando se enfrenta con la valoración de tales negocios, el analista debe hacer ajustes apropiados a los beneficios de la empresa antes de utilizarlos para valorarla. No entraremos en más detalle sobre este proceso, dado que hay muchos libros excelentes sobre análisis de estados financieros que detallan las circunstancias que dan pie a la necesidad de normalizar los beneficios y cómo hacerlo.

---

<sup>16</sup>Por ejemplo, un salario de 500.000 \$ le cuesta al negocio solo 350.000 \$ si la empresa tiene un tipo impositivo del 30%.

Tabla 6.7 Ratios de valoración de recursos propios

Panel a. Ratios de valoración de recursos propios			
Ratio de valoración	Definición	Problemas de medición	Cuándo utilizarlo
Precio/beneficio (P/E)	<p><math>\text{Precio de la acción} \div \text{beneficio por acción (EPS)}</math></p> <p><math>\text{Precio de la acción} = \text{precio de mercado de cada acción ordinaria}</math></p> <p><math>\text{Beneficio por acción} = \text{beneficio neto anual} \div \text{número de acciones}</math></p>	<p>Precio de la acción: Normalmente se usa la cotización más reciente. No obstante, si es muy volátil, se puede usar un precio normalizado (por ejemplo, la media de los precios de inicio y fin de mes.</p> <p>Beneficio por acción (EPS): aunque se pueden usar los beneficios del año en curso o del trimestre en curso anualizado, no es raro utilizar las previsiones de los analistas de los beneficios futuros. Además, los beneficios se suelen medir antes de elementos extraordinarios, y pueden incluir solo los beneficios provenientes de la operativa principal de la empresa.</p>	<p>Empresas con un registro asentado de beneficios positivos que no tienen gastos no dinerarios significativos.</p>
Precio/beneficio /crecimiento (PEG)	<p><math>(\text{Precio por acción} \div \text{beneficio por acción [EPS]}) \div \text{Tasa de crecimiento del EPS}</math></p> <p><math>\text{Tasa de crecimiento del EPS} = \text{tasa de crecimiento esperada del EPS durante el próximo año}</math></p>	<p>Tasa de crecimiento del EPS: las estimaciones de las tasas de crecimiento se pueden hacer a partir de los beneficios históricos o se pueden obtener de la opinión de los analistas.</p>	<p>Empresas con perspectivas de crecimiento futuro estable del EPS, y con estructuras de capital y atributos de riesgo sectorial similares</p>
			<p><b>Modelo de valoración</b></p> <p><math>\text{Precio estimado de la acción} = (\text{EPS})_{\text{Empresa}} \times (\text{Ratio P/B})_{\text{Sector}}</math></p> <p><math>\text{Precio estimado de la acción} = (\text{Tasa de crecimiento del EPS/EPG})_{\text{Empresa}} \times (\text{Ratio PEG})_{\text{Sector}}</math></p>



<p>Precio/valor en libros de los RRPP</p>	<p>Valor de mercado de los RRPP = <math>\frac{RRPP}{Valor}</math> / Valor en libros de los RRPP</p> <p>Valor de mercado de los RRPP = <math>\frac{RRPP}{precio}</math> / precio de la acción</p> <p>Valor en libros de los RRPP = <math>\frac{RRPP}{total\ activo - total\ pasivo}</math></p>	<p>Empresas cuyo balance refleja razonablemente el valor de mercado de sus activos. Las entidades financieras son el ejemplo clásico.</p>	<p>Valor estimado de los RRPP = <math>\frac{RRPP}{precio/valor\ en\ libros}</math> / <math>(Ratio)_{Sector}</math></p>
<p><b>Panel b. Ratios de valoración de empresas</b></p>			
<p>Valor de la empresa (EV)/EBITDA</p>	<p>Valor de la empresa/EBITDA = <math>\frac{EV}{EBITDA}</math></p> <p>Valor de la empresa = <math>precio \times acciones + deuda que devenga intereses (a corto y a largo) - efectivo</math></p> <p>EBITDA = beneficio antes de intereses, impuestos y amortización</p>	<p>Empresas que tienen gastos no dinerarios significativos (i. e., amortización). Ejemplos típicos son los sectores con grandes inversiones en activos fijos, como sanidad, gas y petróleo y telecomunicaciones.</p>	<p>Valor estimado de la empresa = <math>\frac{EBITDA}{EV/EBITDA}</math> / <math>(Ratio)_{Sector}</math></p>
<p>Valor de mercado de los RRPP: los mismos problemas que surgen al seleccionar un precio de la acción.</p> <p>Valor en libros de los RRPP: aunque el valor en libros de los RRPP es fácil de obtener del balance de la empresa, las diferencias de antigüedad de los activos (al comprarlos y conforme se amortizan) así como otras diferencias en cómo se contabilizan diversos activos (valor justo de mercado, valor de mercado o coste), y el conservadurismo de las prácticas contables pueden originar variaciones entre empresas.</p>	<p>Valor de la empresa: el EV se suele estimar como el valor de mercado de los RRPP de la empresa (precio de la acción x número de acciones) más el valor en libros de la deuda que devenga intereses. En consecuencia, los problemas que surgen al determinar qué precio de la acción utilizar (más reciente o normalizado) surgen también aquí.</p>	<p>EBITDA: esta cifra de beneficios es fácilmente accesible en la cuenta de resultados. Sin embargo, las variaciones cíclicas de los beneficios y las oscilaciones atípicas de las ventas pueden requerir alguna normalización para reflejar mejor el potencial de beneficios futuros de la empresa.</p>	<p>(Continúa)</p>

Tabla 6.7 *continúa*

Ratio de valoración	Definición	Problemas de medición	Cuándo utilizarlo	Modelo de valoración
Valor de la empresa (EV)/flujo de caja	<p><i>Valor de la empresa/Flujo de caja por acción</i></p> <p><i>Valor de la empresa = precio por acción x número de acciones + deuda que devenga intereses</i></p> <p><i>Flujo de caja = flujo de caja disponible de la empresa (FFCF)</i></p>	<p>Flujo de caja: el FFCF ajusta el EBITDA para que considere los impuestos y las inversiones adicionales necesarias en bienes de capital (CAPEX). En consecuencia, los problemas que surgen con el FFCF incluyen los del EBITDA y cualquier normalización del CAPEX necesaria para ajustarlo por circunstancias extraordinarias de un año dado.</p>	<p>Empresas con crecimiento estable y por tanto gastos de capital predecibles. Ejemplos son los sectores químico, papelerero, forestal y metalúrgico.</p>	<p><i>Valor estimado de la empresa =</i></p> $FFCF_{Empres a} \times \left( \text{Ratio } EV/FFCF \right)_{Sector}$
Valor de la empresa (EV)/ventas	<p><i>Valor de la empresa/ventas</i></p> <p><i>Ventas = ingresos anuales de la empresa</i></p>	<p>Ventas: los ingresos de la empresa están al comienzo de la cuenta de resultados. Sin embargo, podrían no ser representativos del potencial de la empresa si son anormalmente grandes o reducidos debido a factores puntuales (que no se repetirán).</p>	<p>Empresas jóvenes o de nueva creación que no tienen una historia asentada de beneficios.</p>	<p><i>Valor estimado de la empresa =</i></p> $Ventas_{Empres a} \times \left( \text{Ratio } EV/ventas \right)_{Sector}$

## Ratios de valoración vs. análisis DCF

Cuando se valoran grandes inversiones, a menudo tiene sentido realizar tanto un análisis DCF (que describiremos en detalle en el Capítulo 7) como una valoración mediante comparables utilizando varios múltiplos distintos. Una vez completo el análisis, aún queda el problema de organizar las distintas estimaciones del valor y utilizar su opinión profesional para llegar a una valoración final. Esta opinión dependerá en parte de la calidad de la información disponible y en parte del objetivo de la valoración.

Para comprender lo que queremos decir con el objetivo de la valoración, consideremos un inversor interesado en comprar centrales térmicas. Supongamos que el inversor está considerando la compra de una central concreta que se parece mucho tanto en antigüedad como en tecnología a otras cinco centrales que se vendieron en los últimos tres meses, y a otras dos que están ahora mismo a la venta. En esta situación la calidad de los datos de mercado comparables es bastante buena, lo que significa que el comprador debería comparar las centrales basándose en ratios de valoración, y no proyectando los flujos de caja futuros de la central, estimando una tasa de descuento apropiada y llevando a cabo un análisis DCF. De nuevo, estamos suponiendo que las tecnologías y las antigüedades de las centrales son similares, de modo que sus valores, en relación a sus beneficios, flujos de caja o capacidades de generación de electricidad, deberían ser similares. En este sentido, la pregunta que hay que contestar en esta valoración es: “¿cuánto debo esperar pagar por la central térmica en las condiciones actuales de mercado?”.

Aunque el enfoque mediante comparables proporciona la metodología apropiada para evaluar si una central eléctrica concreta tiene un precio favorable, es mucho menos útil para una empresa que quiere decidir si tiene sentido comprar centrales eléctricas en general. La pregunta básica en este caso es: “¿cuánto debería valer una central térmica hoy en términos absolutos?”. Nótese que ahora estamos haciendo una pregunta mucho más básica. Ya no queremos saber exclusivamente cuánto vale una central térmica en concreto en relación a las demás, sino si las centrales térmicas, en general, son buenas inversiones. Para responder a esta pregunta todavía podemos pensar en comparar las ratios de EBITDA de las centrales eléctricas y refinerías de petróleo como punto de partida en la evaluación de qué tipo de inversión es más atractivo. Sin embargo, para esta cuestión más general, el analista debería contar mucho más con el análisis DCF, que involucra hacer proyecciones de la producción eléctrica futura, los precios de la electricidad y los costes de generación<sup>17</sup>.

## 6.7. RESUMEN

En este capítulo hemos presentado las ratios de valoración basadas en el mercado como alternativa al método DCF para valorar una inversión. Aunque el enfoque DCF tiene muy buena acogida entre los académicos, los profesionales prefieren utilizar múltiplos de mercado basados en empresas o transacciones comparables para valorar negocios. Una ventaja importante de utilizar ratios de valoración es que proporcionan al analista un método para estimar el valor de una inversión sin hacer estimaciones explícitas ni de los flujos de caja futuros de la inversión ni de las tasas de descuento. Sin embargo, una razón todavía más importante para utilizar comparables de valoración es que hacen un uso

---

<sup>17</sup>Si la compañía también tiene que extraer el carbón, las responsabilidades sobre la salud relacionadas con la antracosis pueden constituir un tema muy importante.

directo de la información sobre el precio observado en el mercado. Intuitivamente, no tiene sentido utilizar estimaciones aproximadas de la tasa de descuento y los flujos de caja futuros para llegar a una estimación del valor de mercado de una inversión, si podemos observar directamente cómo valora el mercado una inversión mediante transacciones comparables.

La realidad es que utilizar transacciones comparables no es tan sencillo como podría parecer. Hay dos pasos importantes para hacerlo, y ambos son críticos. En primer lugar, el analista debe identificar un conjunto de transacciones comparables para las cuales haya datos disponibles sobre el precio de mercado. La debilidad principal de la valoración basada en comparables de mercado es que casi nunca disponemos de transacciones verdaderamente comparables. Las inversiones suelen tener atributos únicos, y en la mayor parte de los casos, las que se usan como comparables son, en cierto sentido, un apaño. Por esta razón, es fundamental que pensemos cuidadosamente cuáles son los múltiplos que debemos utilizar. Por ejemplo, deberíamos emplear múltiplos más elevados cuando es probable que los flujos de caja de una inversión crezcan más deprisa que los de sus inversiones comparables, y múltiplos más bajos cuando el riesgo de la inversión es más alto. En otras palabras, hay que utilizar lo aprendido en la valoración DCF para mejorar la implementación del enfoque de múltiplos.

El segundo paso crítico al utilizar comparables de mercado conlleva la selección de una ratio o métrica de valoración apropiada. Con apropiada nos referimos a que el valor de la inversión puede entenderse simplemente como un valor recalculado mediante el atributo de la inversión (los beneficios, el flujo de caja o la superficie del inmueble). Por ejemplo, cuando la ratio P/B se utiliza como métrica de valoración, estamos suponiendo que el valor de los recursos propios de la empresa es igual a los beneficios de la empresa recalculados por la ratio del precio de la acción sobre los beneficios. O, si estamos valorando una empresa completa, podemos usar el múltiplo del valor de la empresa sobre el EBITDA, de modo que recalcularíamos el EBITDA de la empresa con el múltiplo para obtener el valor de la empresa.

## PROBLEMAS

6.1. VALORAR INMUEBLES RESIDENCIALES. Sarah Fluggel está considerando comprar una vivienda ubicada en el 2121 de Tarter Circle en Frisco, Texas. La vivienda tiene 3.000 pies cuadrados habitables, con calefacción y aire acondicionado, y los propietarios actuales piden 375.000 \$ por ella.

- a. Utilice la información de la siguiente tabla para hacer una estimación inicial del valor de la vivienda que Sarah está considerando comprar:

	Comparable 1	Comparable 2
Precio de venta	240.000 \$	265.000 \$
Superficie (pies cuadrados)	2.240	2.145
Precio de venta/pie cuadrado	107,14 \$	123,54 \$
Tiempo en el mercado	61 días	32 días

- b.** Después de hacer su estimación inicial del valor de la vivienda, Sarah decidió investigar si el precio que pide el propietario, 375.000 \$, se justificaba por las características únicas de la vivienda. ¿Qué tipo de detalles le recomendaría a Sarah que buscarse para justificar el precio de la vivienda?
- c.** ¿Qué ocurriría si por la casa que Sarah está considerando pidieran 315.000 \$? ¿Qué le recomendaría a Sarah?

**6.2. VALORAR INMUEBLES COMERCIALES.** BuildingOne Properties es una sociedad limitada constituida con el propósito expreso de invertir en inmuebles comerciales. La empresa está considerando la compra de un edificio de oficinas al que nos referiremos simplemente como edificio B. El edificio B es muy similar al edificio A, que se vendió recientemente por 36.960.000 \$.

BuildingOne ha recopilado información general sobre los dos edificios, incluidos datos sobre la valoración del edificio A:

	Por pie cuadrado		Superficie total	
	A	B	A	B
Superficie del edificio (en pies cuadrados)			80.000	90.000
Alquiler	100 \$	120 \$	8.000.000 \$	10.800.000 \$
Mantenimiento (coste fijo)	(23) \$	(30) \$	(1.840.000) \$	(2.700.000) \$
Ingreso neto operativo	77 \$	90 \$	6.160.000 \$	8.100.000 \$

Los edificios A y B son similares en tamaño (80.000 y 90.000 pies cuadrados, respectivamente). Sin embargo, difieren tanto en los costes de mantenimiento (23 \$ y 30 \$ por pie cuadrado) como en el alquiler (100 \$ frente a 120 \$ por pie cuadrado). En este punto no sabemos por qué se dan estas diferencias. No obstante, la diferencia es real y hay que tenerla en cuenta de algún modo en el análisis del valor del edificio B utilizando los datos de la venta del edificio A.

El edificio A se vendió a 462 \$ por pie cuadrado, o 36.960.000 \$. Esto supone un múltiplo de seis veces el ingreso operativo neto (NOI) de 6.160.000 \$ al año y una tasa de capitalización del 16,67%.

- a.** Utilizando el múltiplo del NOI, determine en cuánto debe BuildingOne valorar el edificio B.
- b.** Si el tipo de interés libre de riesgo es del 5,5% y los costes de mantenimiento del edificio son conocidos con un grado de certidumbre elevado, ¿en cuánto debería valorar BuildingOne los costes de mantenimiento del edificio B? ¿En cuánto debería valorar los ingresos del edificio B, y como consecuencia, la empresa?

**6.3. VALORAR UNA EMPRESA PRIVADA.** El negocio de piezas de automóviles tiene tres grandes empresas cotizadas: O'Reilly Automotive Inc. (Orly), Advance Auto Parts Inc. (AAP) y Auto Zone Inc. (AZO). Además de estas empresas en bolsa, Carquest es la mayor

empresa no cotizada del sector. Suponga que en verano de 2006 su banquero de inversión está considerando hablar con la dirección de O'Reilly para proponerle que compre Carquest, que posee más de 4.000 puntos de venta de piezas de automóviles en Estados Unidos. Como paso preliminar en la evaluación de una posible adquisición, usted ha reunido a un grupo de analistas para que prepare un primer análisis de los múltiplos del precio de adquisición que se derivan de las condiciones actuales del mercado.

El equipo de analistas se ha puesto manos a la obra de inmediato y ha recopilado la siguiente información financiera y potenciales ratios de valoración:

<b>Información financiera (M\$)</b>	<b>O'Reilly</b>	<b>Advance</b>	<b>Auto Zone</b>
Ventas	2.120,00	4.400,00	5.890,00
EBITDA	321,86	544,38	1.130,00
Ingresos netos	171,62	240,16	562,44
Beneficio por acción	1.507	2,183	7,301
Deuda que devenga intereses	120,00	560,00	1.720,00
Recursos propios ordinarios	1.145,77	939,51	641,16
Total activos	1.713,90	2.615,73	4.401,85
<b>Ratios financieras</b>			
Deuda sobre recursos propios	10,5%	59,6%	269,3%
Margen bruto	44,0%	47,3%	49,1%
Margen operativo (de explotación)	12,47%	9,42%	16,77%
Crecimiento esperado del beneficio por acción (5 años)	18,5%	16,0%	13,0%
<b>Valoraciones de mercado (M\$)</b>			
Capitalización de mercado	3.240	3.040	6.290
Valor de la empresa	3.360	3.600	8.010
<b>Ratios de valoración</b>			
Valor de la empresa/EBITDA	10,44	6,61	7,09
Ratio P/B (actual)	19,42	13,30	11,56
Ratio P/B (futura)	15,24	11,21	10,21
Beta	1,24	1,79	1,25

- a. ¿Cómo utilizaría esta información para evaluar una oferta potencial para adquirir los recursos propios de Carquest?
- b. ¿Qué piensa que determina las diferencias, bastante dramáticas, entre las ratios de valoración de las tres empresas?

6.4. NORMALIZAR EL EBITDA. Jason Kidwell está considerando si adquirir o no una compañía local de fabricación de juguetes, Toys'n Things, Inc. Las cuentas de resultados de la empresa de los últimos tres años son los siguientes:

(Dólares)	2006	2005	2004
Ventas	2.243.155	2.001.501	2.115.002
Coste de bienes vendidos	(1.458.051)	(1.300.976)	(1.374.751)
Beneficio bruto	785.104	700.525	740.251
Gastos generales y administrativos	(574.316)	(550.150)	(561.500)
Ingresos operativos netos (NOI)	210.789	150.375	178.751

- a.** Jason ha observado que las pequeñas empresas no cotizadas, como esta, normalmente se venden por múltiplos del EBITDA de entre 3 y 4. Los gastos por amortización son de 50.000 \$ por año.
- b.** El propietario actual de Toys'n Things advirtió a Jason de que no aceptaría menos de cinco veces el EBITDA de 2006 como precio de venta. Jason decidió que, de acuerdo con lo que sabía de la empresa, no se justificaba ese precio. Sin embargo, después de investigar más en profundidad, descubrió que la mujer del propietario cobraba 100.000 \$ al año por servicios administrativos que Jason sabía que podían hacerse con un asistente por 50.000 \$ al año. Además, el propietario se pagaba a sí mismo un salario de 250.000 \$ al año por llevar el negocio, que a Jason le parecía por lo menos 50.000 \$ más elevado de lo debido dadas las exigencias del negocio. Además, Jason piensa que si externaliza las materias primas a Asia, puede reducir el coste de los bienes vendidos en un 10%. Después de realizar los ajustes por los salarios excesivos, ¿qué valor debería darle Jason al negocio? ¿Puede justificarse ahora el valor que el propietario otorga a su negocio?

6.5. APALANCAMIENTO OPERATIVO Y FLUCTUACIONES EN LOS BENEFICIOS OPERATIVOS. Suponga que Jason Kidwell (del Problema 6.4) ha conseguido comprar Toys'n Things, Inc. por 2,2 M\$. Jason estima que después de comenzar sus cambios en las operaciones de la empresa (*i. e.*, los ahorros en salarios y los provenientes de la externalización descritos en el Problema 6.4), el coste de los bienes vendidos de la empresa es un 55% de las ventas, y los gastos operativos son iguales a una parte fija de 250.000 \$ más un coste variable igual al 10% de las ventas.

- a.** En las circunstancias descritas, estime los ingresos operativos netos para niveles de ventas de 1 M\$, 2 M\$ y 4 M\$. ¿Cuál es la variación porcentual de los ingresos operativos si las ventas pasan de 2 M\$ a 4 M\$? ¿Y si pasan de 2 M\$ a 1 M\$?
- b.** Suponga ahora que Jason consigue modificar la estructura de costes de la empresa de modo que la parte fija de los gastos operativos baja a 50.000 \$ al año, pero los costes variables aumentan hasta el 30% de las ventas de la empresa. Responda al apartado a con esta nueva estructura de costes. ¿Cuál de las dos estructuras de costes genera un mayor apalancamiento operativo? ¿Cuál debería ser el efecto del cambio en la estructura de costes sobre la beta de los recursos propios de la empresa?

6.6. VALORAR LOS RECURSOS PROPIOS DE UNA EMPRESA DE CRECIMIENTO ESTABLE. Emerson Electric Company (EMR) fue fundada en 1890 y está ubicada en St. Louis, Missouri, y ofrece tecnología y servicios de ingeniería en los mercados industriales, comerciales y de consumo de todo el mundo. La empresa opera en cinco segmentos de negocio: gestión de procesos, automatización industrial, redes, climatización y dispositivos y herramientas.

<b>Descripción</b>	<b>Capitalización de mercado (M\$)</b>	<b>P/B</b>	<b>Rendimiento de los RRPP</b>	<b>Rendimiento del dividendo</b>	<b>Deuda a largo sobre RRPP</b>	<b>Precio sobre valor en libros</b>	<b>Margen neto de beneficios</b>	<b>Precio sobre flujo de caja disponible</b>
Sector: bienes industriales		16,606	14,94%	1,48%	0,87	50,471	5,40%	75,481
Subsector: equipo y componentes industriales		15,900	18,40%	1,41%	0,649	10,11	7,90%	-134,9
Emerson Electric Co.	34,610	19,276	23,72%	2,40%	0,494	4,257	9,54%	65,156
Parker-Hannifin Corp.	9,810	14,150	18,16%	1,20%	0,308	2,298	8,25%	34,392
Roper Industries Inc.	4,440	24,685	14,27%	0,50%	0,603	3,122	11,89%	232,735
Pentair Inc.	3,230	17,943	11,56%	1,70%	0,485	1,974	4,48%	147,667
Walter Industries Inc.	2,190	23,537	15,70%	0,30%	4,036	2,731	7,38%	-10,682



La compañía tiene una dilatada historia de pago de dividendos y sólido crecimiento. En los últimos años, el pago de dividendos ha sido, en promedio, del 40% de los beneficios. Los beneficios de 2008 se estiman en 5,69 \$ por acción, y el 7 de diciembre de 2006, las acciones de Emerson cotizaban a 86,01 \$, lo que representa una ratio P/B de 19,276. Los datos del sector, del subsector, de Emerson y de cuatro empresas competidoras se muestran en la tabla más abajo.

- a. ¿Es el precio de la acción de Emerson razonable, a la luz de los datos de su sector, subsector y las empresas comparables?
- b. La beta de Emerson es de 1,27. Suponiendo un tipo libre de riesgo de 5,02% y una prima de riesgo del mercado del 5%, ¿en cuánto estima la tasa de rendimiento exigida de la acción de Emerson utilizando el CAPM? ¿Qué tasa de crecimiento de los beneficios es consistente con la política de Emerson de pagar el 40% en dividendos y el rendimiento histórico de sus recursos propios? Utilizando su tasa de crecimiento estimada, ¿cuál es el valor de las acciones de Emerson de acuerdo con el modelo de crecimiento de Gordon (de una tasa)? Analice si su valor estimado por acción mediante el modelo Gordon es razonable.
- c. Partiendo de su análisis del apartado b, ¿qué tasa de crecimiento es consistente con el precio actual de la acción de Emerson, de 86,01 \$?

6.7. ¿EMPRESA DE CRECIMIENTO RÁPIDO O ESTABLE? Intel Corporation es un fabricante líder de chips semiconductores. La empresa se fundó en 1968 en Santa Clara, California, y tiene una de las historias de más éxito de la era tecnológica.

Aunque Intel continúa creciendo, el sector en el que opera ha madurado, así que está en duda si la empresa debería evaluarse como de elevado crecimiento o como de crecimiento estable de ahora en adelante. Por ejemplo, en diciembre de 2007 las acciones de la empresa cotizaban a 20,88 \$, lo que representaba una ratio P/B de solo 17,61. Comparada con la ratio P/B de Google, de 53,71 a la misma fecha, parecería que el mercado ya ha tomado la decisión.

Los beneficios esperados de Intel para 2007 son de 1,13 \$ por acción, y su ratio de pago de dividendos es del 48%. En el Anexo 6.7.1 se muestra una selección de datos financieros del sector, del subsector y de siete de las mayores empresas (incluida Intel).

- a. ¿Es el precio de la acción de Intel, 20,88 \$, razonable, a la luz de los datos de su sector, subsector y las empresas comparables?
- b. Intel tiene una beta de 1,66. Suponiendo un tipo libre de riesgo de 5,02% y una prima de riesgo del mercado del 5%, ¿en cuánto estima la tasa de rendimiento exigida de la acción de Intel utilizando el CAPM? ¿Qué tasa de crecimiento de los beneficios es consistente con la política de Intel de pagar el 40% en dividendos y el rendimiento histórico de sus recursos propios? Utilizando su tasa de crecimiento estimada, ¿cuál es el valor de las acciones de Intel de acuerdo con el modelo de crecimiento de Gordon (de una tasa)? Analice si su valor estimado por acción mediante el modelo de Gordon es razonable.
- c. Partiendo de su análisis del apartado b, ¿qué tasa de crecimiento es consistente con el precio actual de la acción de Intel, de 20,88 \$?
- d. Los analistas esperan que los beneficios de Intel crezcan a un 12% anual durante los próximos cinco años. ¿Qué tasa de crecimiento desde el año 6 en adelante (indefinidamente) se necesita para justificar la cotización actual de Intel? (Pista: utilice un modelo de crecimiento de dos etapas, dos tasas, donde los beneficios de Intel crecen durante cinco años al 12% y del año 6 en adelante a una tasa constante).

**Anexo 6.7.1 Comparables sectoriales de Intel Corporation**

<b>Descripción</b>	<b>Capitalización de mercado (M\$)</b>	<b>P/B</b>	<b>Rendimiento de los RRPP</b>	<b>Rendimiento del dividendo</b>	<b>Deuda a largo sobre RRPP</b>	<b>Precio sobre valor en libros</b>	<b>Margen neto de beneficios</b>	<b>Precio sobre flujo de caja disponible</b>
Sector: tecnología		27,716	14,77%	1,90%	0,691	5,588	10,39%	55,435
Subsector: semiconductores		19,9	16,20%	1,30%	0,096	3,42	15,50%	193,3
Intel Corp.	120.510	17,622	19,63%	1,90%	0,064	3,437	18,72%	121,039
Texas Instruments, Inc.	44.620	11,08	22,94%	0,50%	0,004	3,71	18,67%	-5577,55
STMicroelectronics NV	16.350	24,959	7,81%	0,70%	0,209	1,764	8,24%	-11,219
Advanced Micro Devices Inc.	11.790	21,152	12,61%	0,00%	0,138	2,088	10,13%	-58,916
Analog Devices Inc.	11.480	22,667	15,42%	1,90%	ND	3,342	21,48%	311,392
Maxim Integrated Products Inc.	10.280	23,025	16,93%	1,90%	ND	3,681	21,39%	ND
National Semiconductor Corp.	8.040	18,49	25,67%	0,60%	0,012	4,481	22,18%	154,483

6.8. MÚLTIPLOS DE VALORACIÓN Y VARIACIONES EN LOS TIPOS DE INTERÉS; PREGUNTA CONCEPTUAL. Tanto la ratio EBITDA/valor de la empresa como la P/B se pueden vincular a los tipos de interés a través de la tasa de descuento utilizada en la valoración DCF. *Ceteris paribus*, cuando las tasas de descuento son más elevadas, los ratios de valoración son más bajas. Quizá a causa de ello, tanto los precios de las acciones como el valor de las transacciones privadas tienden a bajar cuando suben los tipos de interés.

La macroeconomía describe los tipos de interés como la combinación de dos componentes: el tipo de interés real y la inflación esperada. En algunas situaciones, los incrementos de los tipos de interés son el resultado de un incremento de los tipos de interés reales; y en otras situaciones, la causa del incremento de los tipos de interés es un incremento en la inflación esperada. ¿Cómo esperaría que respondiesen los ratios de valoración a un incremento de los tipos de interés debido a un aumento de la inflación esperada, frente a uno debido a un aumento de los tipos de interés reales?

#### 6-9 **MINICASO** VALORAR LAS ACCIONES DE LA OPI DE FRAMCO RESOURCES

Framco Resources es una compañía independiente de petróleo y gas natural que se dedica a la adquisición, desarrollo y explotación de petróleo y gas natural en tierra firme en Norteamérica. La compañía ha seguido una estrategia de crecimiento mediante el desarrollo de una serie de perforaciones y proyectos de explotación, y realizando adquisiciones de forma selectiva. El equipo directivo actual de la empresa comenzó por comprar una participación significativa en Framco (que es una empresa cotizada) en diciembre de 1997, y desde entonces ha conseguido un crecimiento sustancial tanto en reservas como en producción. En 2003 la compañía dejó de cotizar en bolsa a través de una compra financiada con deuda y recursos propios de una empresa de capital privado. Más tarde, en 2005, el consejo de administración de Framco decidió que había llegado el momento de salir a bolsa de nuevo mediante una oferta pública inicial de sus acciones.

El consejo de Framco eligió a un banquero de inversión que preparó un análisis preliminar de precios posibles para sus acciones, que se encuentra en los Anexos P6.9.1 y P6.9.2. El análisis de valoración utiliza ratios basadas en los valores actuales de cinco empresas independientes de petróleo y gas, y tres métricas clave de valoración que se utilizan habitualmente en el sector: las reservas estimadas, el EBITDA esperado antes de gastos de mantenimiento (EBITDAX) y el FFCF.

El Anexo P6.9.2 contiene estimaciones de los recursos propios de Framco y de su valor de empresa, que corresponden a distintos precios por acción en la OPI. Este análisis se basa en la asunción de que Framco venderá 51,6 millones de acciones a un precio de entre 20 \$ y 30 \$ por acción. Para completar el análisis comparativo, el director financiero de Framco proporcionó al banquero de inversión las estimaciones necesarias de las reservas de su empresa para 2005, del EBITDAX para 2006 y 2007 y del FFCF. Estas estimaciones son las siguientes:

Métrica de valoración	Estimación de Framco
Reservas 2005 (estimadas)	700 M\$
EBITDAX 2006 (estimado)	302 M\$
EBITDAX 2007 (estimado)	280 M\$
FFCF	191 M\$

**Anexo P6-9.1****Comparables sectoriales de Framco Resources en el análisis de su OPI**

Compañía	Características de la empresa (M\$)				Ratios de valoración de la empresa				
	Valor de la empresa	Reservas 2005	EBITDAX 2006	EBITDAX 2007	FFCF <sup>1</sup>	Reservas 2005	EBITDAX 2006	EBITDAX 2007	FFCF <sup>1</sup>
Compañía 1	20.547	7.311	3.210	2.873	2.940	2,81	6,40	7,15	6,99
Compañía 2	21.280	7.220	3.806	3.299	3.502	2,95	5,59	6,45	6,08
Compañía 3	4.781	1.411	601	602	450	3,39	7,96	7,94	10,62
Compañía 4	2.508	1.222	380	342	252	2,05	6,60	7,33	9,95
Compañía 5	2.355	798	460	399	241	2,95	5,12	5,90	9,77
					<b>Media</b>	<b>2,83</b>	<b>6,33</b>	<b>6,96</b>	<b>8,68</b>
					<b>Mediana</b>	<b>2,95</b>	<b>6,40</b>	<b>7,15</b>	<b>9,77</b>

<sup>1</sup>El FFCF se calcula de la forma habitual e incluye las estimaciones de la empresa de los gastos de mantenimiento del capital.

**Anexo P6-9.2****Estimaciones del valor de empresa de Framco basadas en diferentes alternativas de precio de sus acciones en la OPI**

	Precio esperado de la acción en la OPI					
	20 \$	22 \$	24 \$	26 \$	28 \$	30 \$
Número de acciones diluidas (millones)	51,60	51,60	51,60	51,60	51,60	51,60
Valor de los recursos propios (M\$)	1.032	1.135	1.238	1.342	1.445	1.548
Más: deuda neta (M\$) <sup>1</sup>	740	688	637	585	534	482
Valor de la empresa (M\$)	1.772	1.824	1.875	1.927	1.978	2.030

<sup>1</sup>La deuda neta es igual a la deuda que devenga intereses menos el efectivo (250.000 \$). La deuda que devenga intereses baja cuando aumentan los precios de la acción en la OPI, dado que la mitad de los ingresos adicionales que resultan de un precio más elevado se utilizan para compensar la deuda de Framco.

- a. Calcule los ratios de valoración del Anexo P6.9.1 utilizando las métricas de valoración de Framco para cada uno de los precios alternativos de la OPI que se encuentran en el Anexo P6.9.2.
- b. A partir de sus cálculos (y suponiendo que los inversores utilizan las métricas de valoración para comparar con empresas independientes de petróleo y gas), ¿qué precio cree usted que Framco pondrá a sus acciones en el momento de la OPI?
- c. El precio real de las acciones de Framco no se fija hasta la reunión de fijación del precio con el banquero de inversión, la noche antes de la OPI. En esta reunión el banquero de inversión no solo aporta datos comparables actualizados, como los que se muestran en el Anexo P6.9.1, sino también las muestras de interés manifestadas hacia las nuevas acciones (el *book*). En esta reunión, el banquero modificó las estimaciones más recientes de las métricas de valoración de Framco, y fueron prácticamente idénticas a las estimaciones que se muestran en el Anexo P6.9.1. Sin embargo, el *book* fue bastante potente, puesto que indicaba una sobresuscripción de 51,6 millones de acciones a los precios más altos del rango que se muestra en el Anexo P6.9.2. ¿Debería Framco tratar de elevar el precio de la acción fuera del rango original? ¿Por qué o por qué no?

#### 6-10 **MINICASO** VALORAR EL PRECIO DE LA ACCIÓN EN LA OPI DE GOOGLE<sup>18</sup>

Google, Inc., de Mountain View, California, ofrece el buscador más popular y potente de Internet. La compañía salió a bolsa utilizando un método de subasta holandés poco habitual el 19 de agosto de 2004. La OPI resultante fue la mayor de todos los tiempos relacionada con Internet: obtuvo 1.670 M\$ a través de 271.219.643 acciones ordinarias.

Aunque Google saca una gran ventaja a sus competidores en el mercado de los buscadores, está experimentando una presión creciente de entidades rivales con fuerte financiación. Se suele considerar que Yahoo! Inc., con una capitalización de mercado de aproximadamente 38.430 M\$, sigue un modelo de negocio muy similar al de Google.

- a. Utilizando el método de múltiplos basados tanto en la ratio P/B como en la ratio valor de empresa sobre EBITDA, ¿a qué precio deberían ofrecerse las acciones? Utilice los datos del Anexo P6.10.1 de las siguientes compañías como comparables en su análisis: Earthlink, Yahoo, eBay y Microsoft. Calcule el valor de las acciones de Google en la OPI utilizando cada una de las empresas por separado, y utilice entonces un múltiplo medio de las empresas comparables. Emplee los balances y las cuentas de resultados de 2003 para realizar el análisis. Suponga que los valores proyectados de Google a la fecha de la OPI eran los siguientes: el EBITDA es aproximadamente 800 M\$, el efectivo y equivalentes son 430 M\$ y la deuda que devenga intereses (total a corto y a largo) es igual a 10 M\$<sup>19</sup>.
- b. ¿Cuál de las cuatro empresas comparables considera la más parecida a Google? ¿Por qué?
- c. ¿Cómo se ha comportado la cotización de la acción desde la OPI? ¿Cree que Google está valorada correctamente en la bolsa a fecha de hoy? ¿Por qué?

<sup>18</sup>Preparado por Betty Simkins, Oklahoma State University.

<sup>19</sup>Estas estimaciones de Google son aproximadas y se basan en el folleto informativo.

**Anexo P6.10.1**

<b>Información financiera (\$)</b>	<b>Earthlink (ELINK)</b>	<b>Yahoo (YHOO)</b>	<b>eBay (EBAY)</b>	<b>Microsoft (MSFT)</b>
Número de acciones en 2003	159.399.000	655.602.000	646.819.000	10.800.000.000
Precio de cierre de la acción en 2003	10,00	45,03	64,61	25,64
Capitalización de mercado	1.593.990.000	29.521.758.060	41.790.975.590	276.912.000.000
Deuda a corto plazo	900.000	0	2.800.000	0
Deuda a largo plazo	0	750.000.000	124.500.000	0
Efectivo y equivalentes	349.740.000	713.539.000	1.381.513.000	6.438.000.000
Inversiones a corto plazo	89.088.000	595.975.000	340.576.000	42.610.000.000
EBITDA	218.100.000	455.300.000	818.200.000	14.656.000.000
Ingresos netos	(62.200.000)	237.900.000	441.800.000	9.993.000.000
Beneficio por acción (EPS) calculado	(0,39)	0,36	0,68	0,93

6-11 **MINICASO** VALORAR LA ADQUISICIÓN DE BURLINGTON RESOURCES  
POR PARTE DE CONOCOPHILLIPS<sup>20</sup>

Acaban de contratarle como analista financiero en Wall Street Valuation Consultants y le han encomendado la tarea de valorar la propuesta de adquisición que se describe en el siguiente comunicado de prensa:

Houston, Texas (12 de diciembre de 2005). ConocoPhillips (NYSE: COP) y Burlington Resources Inc. (NYSE: BR) han anunciado hoy que han firmado un acuerdo definitivo según el cual ConocoPhillips comprará Burlington Resources en una transacción valorada en 33.900 M\$. La transacción, una vez aprobada por los accionistas de Burlington Resources, proporcionará a ConocoPhillips unos activos considerables y de gran calidad de exploración y producción de gas natural, ubicados en su mayor parte en Norteamérica. La cartera de Burlington Resources proporciona un complemento fuerte a la cartera global de ConocoPhillips, que integra operaciones de exploración, producción, refinado y transporte de energía, lo que posiciona a la compañía combinada para el crecimiento futuro. (Fuente: [http://www.conocophillips.com/NR/rdonlyres/86E7B7A6-B953-4D0D-9B45-E4F1016DD8FD/0/cop\\_burlingtonpressrelease.pdf](http://www.conocophillips.com/NR/rdonlyres/86E7B7A6-B953-4D0D-9B45-E4F1016DD8FD/0/cop_burlingtonpressrelease.pdf))

En esta carta a los accionistas de ConocoPhillips, contenida en el informe anual de 2005, el director ejecutivo Jim Mulva explicaba la lógica de la propuesta de adquisición de Burlington del siguiente modo:

El perfil de producción de Burlington para el próximo ejercicio es robusto y creciente, y Burlington posee un extenso inventario de prospecciones y terrenos en los yacimientos más prometedores de Norteamérica, especialmente en tierra firme. Con este acceso a reservas duraderas y de alta calidad, la adquisición mejora el crecimiento

<sup>20</sup>Preparado por Betty Simkins, Oklahoma State University.

de nuestra producción tanto de recursos de gas convencionales como no convencionales.

En concreto, nuestra cartera se reforzará con oportunidades de mejorar la producción y obtener sinergias operativas en la cuenca de San Juan en Estados Unidos, así como de expandir nuestra presencia y utilizar mejor nuestros activos en el Oeste de Canadá. Además de las posibilidades de crecimiento, estos activos también suponen un potencial significativo de generación de caja para el futuro.

Más allá del incremento de la producción y las reservas, Burlington también aporta un reconocido conocimiento técnico que, junto con las capacidades actuales de abastecimiento de ConocoPhillips, creará una organización privilegiada para capitalizar la base expandida de activos. No prevemos que la adquisición de 33.900 M\$ requiera la venta de activos ni en ConocoPhillips ni en Burlington, ni debería cambiar nuestros planes de crecimiento orgánico de la compañía. Esperamos conseguir sinergias y ahorros de costes antes de impuestos por un valor aproximado de 375 M\$ al año, después de que las operaciones de ambas compañías se hayan integrado por completo.

Prevedemos una generación de caja inmediata y futura gracias a esta transacción que nos ayudará a reducir rápidamente la deuda incurrida para la adquisición y a ir hacia la reorganización de los fondos en las áreas estratégicas de crecimiento. Los accionistas de Burlington votarán la transacción propuesta en una junta el 30 de marzo de 2006. (Fuente: <http://wh.conocophillips.com/about/reports/ar05/letter.htm>)

No obstante, en una reunión de analistas, el director financiero de Mulva insinuó que el precio que ConocoPhillips pagaba por Burlington podía ser considerado elevado por algunos:

Las adquisiciones y fusiones son cada vez más un mercado en manos de los vendedores, y los términos y condiciones no siempre son muy atractivos para los compradores. Fuente: <http://news.softpedia.com/news/ConocoPhillips-Plans-To-Acquire-Burlington-14628.shtml>

Su tarea es responder a la siguiente pregunta básica: ¿vale Burlington Resources los 35.600 M\$ que ofrece ConocoPhillips? Aunque usted es nuevo en el sector de exploración y producción, ha aprendido rápidamente que el método de los múltiplos o comparables basados en el mercado y, en concreto, la ratio de valor de la empresa (EV) sobre el EBITDAX se utilizan como referencias para valorar las compañías de este sector. El EBITDAX difiere del EBITDA en que suma de nuevo los gastos de exploración, además de la amortización.

- a. Utilizando el método de los múltiplos basados en los ratios EV/EBITDAX, P/B y EV/EBITDA, ¿cuál debería ser el precio de adquisición de las acciones de Burlington Resources? Utilice las siguientes compañías como comparables para su análisis: Chesapeake Energy, XTO Energy, Devon Energy y Apache. Los balances y cuentas de resultados resumidos de 2004, así como los datos de capitalización de mercado, se muestran en el Anexo P6.11.1 para Burlington Resources y cada una de las empresas comparables.
- b. ¿Cuál de las cuatro empresas utilizadas como comparables le parece más similar a Burlington Resources? ¿Por qué?
- c. Basándose en su análisis de comparables, ¿pagó ConocoPhillips de más, o bien se encontró con una ganga? ¿Por qué?
- d. ¿Qué información adicional le ayudaría a realizar este análisis?

<b>Anexo P6-11.1 Cuentas de resultados y balances (en miles de dólares)</b>						
	<b>XTO Energy</b>	<b>Chesapeake Energy</b>	<b>Devon Energy</b>	<b>Apache</b>	<b>Burlington Resources</b>	
<b>Abreviatura</b>	XTO	CHK	DVN	APA	BR	
<b>PERIODO QUE FINALIZA</b>	31-Dic-04	31-Dic-04	31-Dic-04	31-Dic-04	31-Dic-04	
<b>Cuenta de resultados (miles de dólares)</b>						
<b>Total ventas</b>	<b>1.947.601</b>	<b>2.709.268</b>	<b>9.189.000</b>	<b>5.332.577</b>	<b>5.618.000</b>	
Coste de las ventas	436.998	204.821	1.535.000	946.639	1.040.000	
<b>Margen bruto</b>	<b>1.510.603</b>	<b>2.504.447</b>	<b>7.654.000</b>	<b>4.385.938</b>	<b>4.578.000</b>	
<b>Gastos de explotación</b>						
De venta, generales y administrativos	165.092	896.290	1.616.000	173.194	215.000	
Amortización	414.341	615.822	2.334.000	1.270.683	1.137.000	
Otros	11.830	—	—	162.493	640.000	
<b>Resultado de explotación</b>	<b>919.281</b>	<b>992.335</b>	<b>3.704.000</b>	<b>2.779.568</b>	<b>2.586.000</b>	
<b>Resultado de operaciones en curso</b>						
Total otros ingresos/gastos (neto)	—	-20.081	64.000	857	—	
EBIT	919.281	972.254	3.768.000	2.780.425	2.586.000	
Gasto financiero (intereses)	93.661	167.328	475.000	117.342	282.000	
Resultado antes de impuestos	825.620	804.926	3.293.000	2.663.083	2.304.000	
Gasto por impuestos	317.738	289.771	1.107.000	993.012	777.000	
<b>Resultado neto de operaciones en curso</b>	<b>507.882</b>	<b>515.155</b>	<b>2.186.000</b>	<b>1.670.071</b>	<b>1.527.000</b>	
<b>Eventos extraordinarios</b>						
Efecto de variaciones contables	—	—	—	-1.317	—	
<b>Resultado neto</b>	<b>507.882</b>	<b>515.155</b>	<b>2.186.000</b>	<b>1.668.757</b>	<b>1.527.000</b>	
Ajuste por acciones preferentes y otros	—	—	-10.000	-5.680	—	
<b>Resultado neto aplicable a acciones ordinarias</b>	<b>507.882</b>	<b>515.155</b>	<b>2.176.000</b>	<b>1.663.074</b>	<b>1.527.000</b>	



<b>Balance (miles de dólares)</b>						
<b>Activo</b>						
<b>Activo circulante</b>						
Efectivo y equivalentes	9.700	6.896	1.152.000	111.093	217.900	
Inversiones a corto plazo	14.713	51.061	968.000	—	—	
Cuentas por cobrar	364.836	477.436	1.320.000	1.022.625	994.000	
Inventario	—	32.147	—	157.293	124.000	
Otro activo circulante	47.716	—	143.000	57.771	158.000	
<b>Total activo circulante</b>	<b>436.965</b>	<b>567.540</b>	<b>3.583.000</b>	<b>1.348.782</b>	<b>3.455.000</b>	
Inversiones a largo plazo	—	136.912	753.000	—	—	
Propiedades, instalaciones y equipo	5.624.378	7.444.384	19.346.000	13.860.359	1.103.300	
Fondo de comercio	—	—	5.637.000	189.252	105.400	
Otros activos	49.029	95.673	417.000	—	202.000	
Activos a largo plazo diferidos	—	—	—	104.087	—	
<b>Total activo</b>	<b>6.110.372</b>	<b>8.244.509</b>	<b>29.736.000</b>	<b>15.502.480</b>	<b>15.744.000</b>	
<b>Pasivo</b>						
<b>Pasivo circulante</b>						
Cuentas por pagar	425.173	872.539	1.722.000	1.158.181	118.200	
Deuda a corto plazo o a largo plazo actual	75.534	91.414	1.378.000	21.273	2.000	
Otro pasivo circulante	259	—	—	103.487	41.500	
<b>Total pasivo circulante</b>	<b>500.966</b>	<b>963.953</b>	<b>3.100.000</b>	<b>1.282.891</b>	<b>1.599.000</b>	
Deuda a largo plazo	2.053.911	3.076.405	7.796.000	2.619.807	3.887.000	
Otros pasivos	199.753	107.395	366.000	1.022.880	851.000	
Pasivos a largo plazo diferidos	756.369	933.873	366.000	2.372.481	2.396.000	
<b>Total pasivo</b>	<b>3.510.999</b>	<b>5.081.626</b>	<b>16.062.000</b>	<b>7.298.059</b>	<b>8.733.000</b>	

(continúa)

<b>Anexo P6-11.1</b>		<i>continúa</i>							
<b>Abreviatura</b>	<b>XTO Energy</b>	<b>Chesapeake Energy</b>	<b>Devon Energy</b>	<b>Apache</b>	<b>Burlington Resources</b>				
	XTO	CHK	DVN	APA	BR				
<b>PERIODO QUE FINALIZA</b>	31-Dic-04	31-Dic-04	31-Dic-04	31-Dic-04	31-Dic-04				
<b>Recursos propios de los accionistas</b>									
Acciones preferentes	—	490.906	1.000	98.387	—				
Acciones ordinarias	3.484	3.169	48.000	209.320	5.000				
Beneficios retenidos	1.239.553	262.987	3.693.000	4.017.339	4.163.000				
Valores del Tesoro	-24.917	-22.091	—	-97.325	-2.208.000				
Primas de emisión	1.410.135	2.440.105	9.087.000	4.106.182	3.973.000				
Otros recursos propios de los accionistas	-28.882	-12.193	845.000	-129.482	1.078.000				
<b>Total recursos propios de los accionistas</b>	<b>2.599.373</b>	<b>3.162.883</b>	<b>13.674.000</b>	<b>8.204.421</b>	<b>7.011.000</b>				
<b>Total pasivo y recursos propios de los accionistas</b>	<b>6.110.372</b>	<b>8.244.509</b>	<b>29.736.000</b>	<b>15.502.480</b>	<b>15.744.000</b>				
<b>Otros datos financieros</b>									
Gastos de exploración (M\$)	599,5	184,3	279,0	2.300,0	258,0				
Acciones emitidas (millones)	332,9	253,2	482,0	327,5	392,0				
Precio de cierre de 2004	35,38	16,50	38,92	50,57					
Capitalización de mercado (M\$)	11.778,00	4.177,80	18.759,44	16.561,68					
<b>Breves descripciones de las compañías</b>									
<b>XTO Energy</b>									
XTO Energy, Inc. y sus subsidiarias se dedican a la adquisición, desarrollo, explotación y exploración de terrenos que producen gas y petróleo en Estados Unidos. Sus reservas probadas están ubicadas principalmente en la región Este, incluyendo la cuenca del Este de Texas y el Nordeste de Louisiana; Barnett Shale en el Norte de Texas; las cuencas de San Juan y Raton en Nuevo México y Colorado; la región de Permian y el Sur de Texas; la región del Medio Continente y las montañas Rocosas en Wyoming, Kansas, Oklahoma y Arkansas; y el yacimiento de Middle Ground Shoal en la ensenada de Cook, en Alaska. A fecha de 31 de diciembre de 2005, la compañía estima reservas probadas de 6.09 billones de pies cúbicos de gas natural, 47,4 millones de barriles de gas natural licuado y 208,7 millones de barriles de petróleo.									
<b>Chesapeake Energy</b>									
Chesapeake Energy Corporation se dedica al desarrollo, adquisición, producción, exploración y marketing de yacimientos en tierra firme de petróleo y gas natural en Estados Unidos. Sus propiedades se ubican en Oklahoma, Texas, Arkansas, Louisiana, Kansas, Montana, Colorado, Dakota del Norte, Nuevo México, Virginia del Oeste, Kentucky, Ohio, Nueva York, Maryland, Michigan, Pennsylvania, Tennessee y Virginia. A fecha de 31 de diciembre de 2005, la									

compañía tiene unas reservas probadas, desarrolladas y sin desarrollar, de aproximadamente 7.520.690 millones de pies cúbicos de gas natural. También posee intereses en aproximadamente 30.600 pozos de gas y petróleo en funcionamiento, a esta misma fecha.

**Devon Energy**

Devon Energy Corporation se dedica principalmente a la exploración, desarrollo y producción de petróleo y gas. Posee yacimientos de petróleo y gas ubicados sobre todo en Estados Unidos y Canadá. Las operaciones de la compañía en EEUU se centran en la cuenca de Permian, la región del Medio Continente, las montañas Rocosas y las regiones marítimas y de tierra firme de la costa del Golfo de Texas; y las propiedades canadienses se centran en la cuenca sedimentaria del Oeste de Canadá en Alberta y Columbia Británica. Devon Energy también posee propiedades en Azerbayán, China y Egipto, así como en zonas de África occidental, incluidos Guinea Ecuatorial, Gabón y Costa de Marfil. Además, la compañía comercializa y transporta petróleo, gas y gas natural licuado; y construye y opera oleoductos y gasoductos, instalaciones de almacenamiento y tratamiento y plantas de procesado de gas. A fecha de 31 de diciembre de 2005, sus reservas probadas son de 2.112 millones de barriles de un producto equivalente a petróleo. Devon Energy vende su producción de gas a varios clientes, incluyendo empresas de gasoductos, servicios y comercialización de gas, así como usuarios industriales y compañías de distribución local.

**Apache**

Apache Corporation se dedica a la exploración, desarrollo y producción de gas natural, petróleo y gases licuados principalmente en Norteamérica. Tiene intereses de exploración y producción en el Golfo de México, la Costa del Golfo, el Este de Texas, la cuenca de Permian, la cuenca de Anadarko y la cuenca sedimentaria del Oeste de Canadá. La compañía también tiene intereses de exploración y producción en Egipto, en las aguas de Australia occidental, del Reino Unido, del mar del Norte, de China y en tierra firme en Argentina. A fecha de 31 de diciembre de 2005, tenía una reservas totales probadas de 976 millones de barriles de petróleo y gases condensados y licuados; y 6,8 billones de pies cúbicos de gas natural.



## 6-12 MINICASO LA OPI DE DICK'S SPORTING GOODS<sup>21</sup>

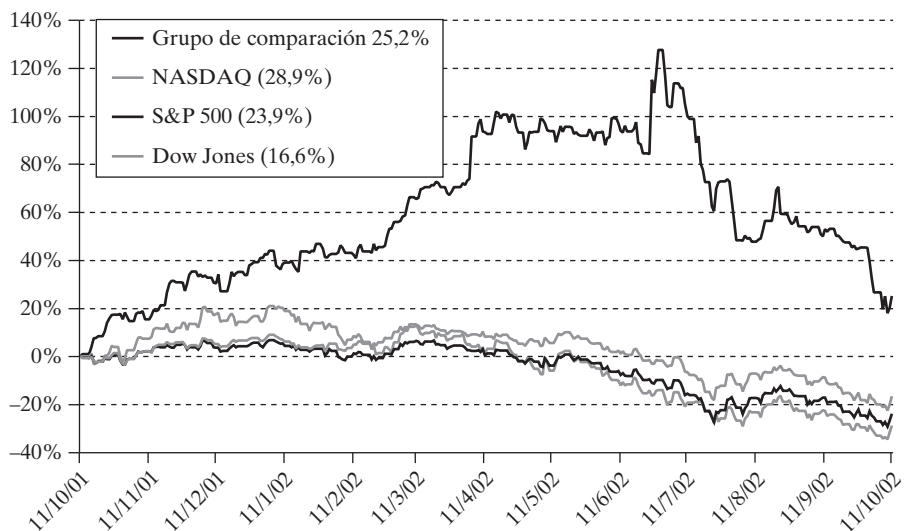
**Contexto:** estamos a principios de octubre de 2002, y su banco de inversión ha sido contratado por el equipo directivo de Dick's Sporting Goods (DKS) para determinar una valoración del precio de la acción para su OPI.

**Sobre Dick's Sporting Goods:** DKS, basada en Pittsburgh, Pennsylvania, se fundó cuando Dick Stack abrió su primera tienda en 1948 con 300 \$ de la hucha de su abuela. Esta compañía crece rápidamente y planea utilizar los fondos obtenidos con la OPI para abrir y comprar tiendas. DKS opera más de 130 tiendas en 25 estados, fundamentalmente en el Este de Estados Unidos. El formato de tienda es el de unos grandes almacenes que contienen pequeños comercios de equipamiento deportivo, ropa y calzado para actividades que van desde el fútbol o el golf hasta la caza y el camping. Además de marcas como Nike y Adidas, DKS vende Ativa, Walter Hagen y otras marcas exclusivas de la compañía. En el momento de la OPI, el equipo directivo de DKS incluía al hijo del fundador, Ed, que posee el 37% de la compañía, y la empresa de inversión Vulcan Ventures (fundada por el ex directivo de Microsoft Paul Allen), que posee el 12% de DKS como resultado de una inversión de capital privado.

**Perspectiva del sector y del mercado:** los minoristas de equipamiento deportivo se estaban consolidando como resultado de la proliferación de los grandes almacenes compues-

<sup>21</sup>Preparado por Julia Plots, Universidad de Southern California.

**Anexo P6.12.2 Cotizaciones de los últimos 12 meses del grupo de minoristas de equipamiento deportivo comparables frente a los principales índices bursátiles**



**Anexo P6.12.3 Desempeño de Dick's Sporting Goods en los últimos 12 meses**

**Datos financieros de Dick's Sporting Goods (M\$)**

Ventas	1.173,794
Margen bruto	298,453
EBIT	55,899
Amortización	13,499
EBITDA	69,398
<b>Balance a fecha 3 de agosto de 2002</b>	
Cheques emitidos	33,584
Fracción actual de la deuda a largo plazo	0,211
Línea de crédito bancario	90,299
Deuda a largo plazo y arrendamientos financieros	3,466
Deuda total	127,560
Efectivo	13,874
Recursos propios de los accionistas	78,984

tos de pequeños comercios. En 1997 y 2001, Gart Sports Company (GRTS) compró Sport Mart Inc. y OSH Sporting Goods, respectivamente. Las empresas de capital privado y capi-

### Anexo P6-12.4 Valoración de comparables de mercado de minoristas de equipamiento deportivo<sup>19, 20</sup>

Minoristas de equipamiento deportivo	Abreviatura	Precio de la acción 9/10/2002	% variación en 12 meses		Calendario de EPS <sup>a</sup>		Tasa <sup>b</sup> de crecimiento a largo plazo	Calendarios de múltiplos de P/B	
			Mínimo	Máximo	2002e	2003e		2002e	2003e
Galyan's Trading Co.	GLYN	7,25 \$	0,0%	(68,8%)	1,06 \$	1,32 \$	23%	6,8x	5,5x
Gart Sports Co.	GRTS	14,64 \$	20,8%	(61,2%)	1,80 \$	2,10 \$	18%	8,1x	7,0x
Hibbett Sporting Goods	HIBB	18,89 \$	17,1%	(33,7%)	1,35 \$	1,62 \$	20%	14,0x	11,7x
Sport Chalet	SPCH	6,12 \$	0,0%	(43,1%)	0,71 \$	0,87 \$	14%	8,6x	7,0x
The Sports Authority	TSA	4,15 \$	1,7%	(71,9%)	0,66 \$	0,76 \$	13%	6,3x	5,5x
Big 5 Sporting Goods	BGFV	8,60 \$	0,0%	(39,8%)	1,09 \$	1,25 \$	15%	7,9x	6,9x
<b>Media</b>			<b>6,6%</b>	<b>(53,1%)</b>			<b>17%</b>	<b>8,6x</b>	<b>7,2x</b>
<b>Mediana</b>			<b>0,9%</b>	<b>(52,1%)</b>			<b>16%</b>	<b>8,0x</b>	<b>6,9x</b>

Minoristas de equipamiento deportivo	Periodo de 12 meses finalizado	Valor de mercado	Valor de empresa	Valor de empresa últimos 12 meses			Deuda/capitalización total	Márgenes en los últimos 12 meses		
				Ventas	EBITDA	EBIT		Bruto	EBITDA	EBIT
Galyan's Trading Co.	7/02	123,50 \$	123,50 \$	0,2x	3,0x	4,6x	6%	30%	8%	5%
Gart Sports Co.	7/02	178,50 \$	313,00 \$	0,3x	6,2x	9,4x	44%	26%	5%	3%
Hibbett Sporting Goods	7/02	189,90 \$	191,70 \$	0,7x	7,0x	9,2x	6%	31%	10%	8%
Sport Chalet	6/02	40,40 \$	45,60 \$	0,2x	4,0x	7,3x	14%	28%	5%	3%
The Sports Authority	7/02	136,20 \$	331,90 \$	0,2x	4,9x	12,4x	59%	2%	5%	2%
Big 5 Sporting Goods	6/02	186,40 \$	327,40 \$	0,5x	5,8x	7,0x	105%	35%	9%	7%
<b>Media</b>				<b>0,37x</b>	<b>5,2x</b>	<b>8,3x</b>	<b>39%</b>	<b>25%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>
<b>Mediana</b>				<b>0,27x</b>	<b>5,4x</b>	<b>8,3x</b>	<b>29%</b>	<b>29%</b>	<b>7%</b>	<b>4%</b>

<sup>a</sup>Tasa de crecimiento anualizada del beneficio por acción (EPS) a tres años

**Leyenda:** Margen bruto = beneficio bruto/ventas. Margen de EBITDA = EBITDA/ventas. Margen de EBIT = EBIT/ventas

<sup>19</sup>En los 12 meses más recientes de la compañía, anteriores a la fecha de 9 de octubre de 2002. Las proyecciones del beneficio por acción (EPS) y de las tasas de crecimiento según consenso de los analistas de First Call.

<sup>20</sup>Los datos financieros han sido normalizados para ajustar los elementos atípicos y puntuales (no recurrentes).

tal riesgo tenían inversiones relevantes dentro del sector. DKS fue el primer minorista que lanzó una OPI en tres meses; desde el comienzo de julio de 2002 hasta la fecha de la oferta fue la OPI combinada más baja desde el segundo trimestre de 1978. En 2002 hubo otras OPI de minoristas con distintos grados de éxito. El precio de la acción de Big 5 Sporting Goods había bajado un 23% desde que su inversor privado, Leonard Green & Partners, LP, inyectó 105 M\$ en junio de 2002. Las condiciones de mercado para inversiones de capital privado eran desfavorables y durante el *road show* de DKS, muchos inversores institucionales expresaron su preocupación sobre si el rango de 15 \$ a 18 \$ por acción sugerido para la OPI no sería demasiado elevado.

#### EJERCICIO DE VALORACIÓN

- a. A partir de los datos financieros de DKS (Anexo P6.12.3) y la valoración de comparables de mercado de minoristas de equipamiento deportivo (Anexo P6.12.4), estime un valor implícito de los recursos propios de la empresa para su OPI. Calcule un rango de valores implícitos de los recursos propios basándose en los múltiplos de valoración de las empresas comparables (EV/Ventas, EV/EBIT y EV/EBITDA). Determine un rango de precios de la OPI para un número estimado de acciones de 9,4 millones.
- b. En su opinión, ¿están bien elegidas las empresas cotizadas de equipamiento deportivo que se muestran en el Anexo P6.12.4 como comparables con DKS? ¿Por qué?

## PALABRAS CLAVE

Apalancamiento operativo  
Comparables de mercado  
Oferta pública inicial  
Ratio de retención  
Ratio de valoración  
Ratio precio/beneficio (P/B)  
Tasa de capitalización  
Valoración relativa





# Valoración de empresas

## Presentación del capítulo

**E**n este capítulo revisamos los conceptos básicos de la valoración de empresas o negocios. Nos centramos en el enfoque de valoración híbrido, que combina el análisis DCF (descrito en los Capítulos 2-5) con la valoración relativa (presentada en el Capítulo 6). Descomponemos el problema de valorar una empresa en dos pasos. El primero consiste en valorar los flujos de caja de un periodo de planificación de un negocio de entre 3 y 10 años, y el segundo consiste en calcular el valor terminal, que es el valor de todos los flujos de caja posteriores al periodo de planificación. Los modelos de valoración DCF puros utilizan el análisis DCF para calcular el valor del periodo de planificación y los flujos de caja del valor terminal, mientras que el modelo de valoración híbrido que exponemos utiliza el análisis DCF para los flujos de caja del periodo de planificación y un múltiplo del EBITDA para estimar el valor terminal.

## 7.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo centramos nuestra atención en lo que comúnmente se conoce como valoración de empresas, que es la valoración de un negocio o empresa en funcionamiento. El enfoque que recomendamos, al que nos referimos como “enfoque híbrido”, reconoce que proyectar flujos de caja en el futuro predecible supone un desafío, dado que se espera que la mayor parte de las empresas permanezcan en el negocio durante muchos años. Para enfrentarse a este problema, los analistas suelen hacer proyecciones explícitas y detalladas de los flujos de caja de una empresa durante un número limitado de años (lo que habitualmente se llama el “periodo de planificación”), y estiman el valor de todos los flujos de caja restantes como un “valor terminal” al final del periodo de planificación.

El valor terminal se puede estimar de dos maneras. El primer método es una aplicación inmediata del análisis DCF utilizando el modelo de crecimiento de Gordon. Como mencionamos en capítulos anteriores, este enfoque requiere dos estimaciones: una tasa de crecimiento y una tasa de descuento. El segundo método aplica el enfoque de los múl-

tiplos que expusimos en el capítulo anterior; habitualmente, el valor terminal se determina como un múltiplo del EBITDA proyectado para el final del periodo. Cuando se utiliza este último enfoque para evaluar el valor terminal y se usa el DCF para estimar los flujos de caja del periodo de planificación, el modelo deja de ser un modelo DCF puro y se convierte en un enfoque híbrido de valoración de empresas.

El enfoque de valoración de empresas que describimos en este capítulo tiene muchas aplicaciones, que incluyen adquisiciones (que serán el ejemplo que enfatizamos en este capítulo), ofertas públicas iniciales (cuando las empresas salen a bolsa y emiten acciones por primera vez), empresas segregadas o parcialmente segregadas (*spin-off* y *carve-out*, donde una división de la empresa se convierte en una entidad legalmente independiente) y, por último, la valoración de los recursos propios de una empresa para realizar inversiones.

En la mayor parte de las aplicaciones, los analistas utilizan una única tasa de descuento (el WACC de la inversión) para descontar tanto los flujos de caja del periodo de planificación como el valor terminal. Este enfoque tiene sentido si la estructura financiera y el riesgo de la inversión son relativamente estables en el tiempo. Sin embargo, los analistas suelen tener que estimar el valor de una empresa que está pasando por algún tipo de transición, y en estos casos se espera que la estructura de capital cambie. En efecto, a menudo se compran empresas empleando una elevada proporción de deuda, que se va devolviendo con el tiempo hasta que la empresa alcanza lo que considera una estructura de capital apropiada. En estos casos, la asunción de un WACC fijo es inapropiada, y recomendamos el uso de una variante del modelo DCF conocida como el “modelo del valor actual ajustado”, que describiremos más adelante en este capítulo.

Por último, no hay que olvidar que, cuando las empresas compran negocios existentes, normalmente planean realizar cambios en su estrategia operativa. Esto requiere que el comprador potencial valore el negocio tanto con la estrategia actual como con la propuesta. Valorar la estrategia actual puede entenderse como una evaluación de la realidad: si la empresa no está bien valorada con su estrategia actual, ¿por qué no es así? Podríamos entonces valorar escenarios en los que la estrategia operativa de la empresa se cambia tras la adquisición para determinar si la nueva estrategia crearía valor añadido. Para ayudar a responder a esta pregunta, se puede hacer uso del análisis de sensibilidad para identificar las situaciones en que realmente se consigue este valor añadido.

El capítulo está organizado del siguiente modo: la Sección 7.2 presenta la idea de estimar el valor de una empresa o una unidad de negocio mediante el enfoque híbrido. La Sección 7.3 describe el modelo del valor actual ajustado (APV), que es una alternativa que no requiere que la estructura de capital de la empresa permanezca constante en el futuro previsto. Por último, cerramos nuestra exposición de la valoración de empresas con un resumen en la Sección 7.4.

## 7.2. ENFOQUE EN DOS PASOS PARA ESTIMAR EL VALOR DE UNA EMPRESA

Señalamos en la introducción que proyectar los flujos de caja de una empresa hacia el futuro constituye un desafío, y por esta razón los analistas suelen dividir el futuro en dos segmentos: un número determinado de años conocido como el periodo de planificación, y todos los años subsiguientes. (Véase el recuadro de Consejos del profesional sobre métodos

de valoración de empresas utilizados en Wall Street). En consecuencia, es mejor pensar en la aplicación del modelo DCF a la estimación del valor de empresa como la suma de los dos términos que aparecen en la Ecuación 7.1. El primer término representa el valor actual de un conjunto de flujos de caja durante un número finito de años, el periodo de planificación (PP).

$$\text{Valor de empresa} = \overbrace{\left( \text{Valor actual de los} \right)}^{\text{Término 1}} + \overbrace{\left( \text{Valor actual del valor} \right)}^{\text{Término 2}} + \left( \text{flujos de caja del PP} \right) + \left( \text{terminal del PP} \right) \quad (7.1)$$

El segundo término es el valor actual del valor terminal estimado ( $TV_{PP}$ ) de la empresa al final del periodo de planificación. Como tal, el valor terminal representa el valor actual de todos los flujos de caja que se espera recibir más allá del final del periodo de planificación. Como ilustra el recuadro de Consejos técnicos más adelante, la estimación del valor terminal es bastante importante y a menudo representa más del 50% del valor de la empresa.

### Ejemplo: Immersion Chemical compra Genetic Research Corporation

Para ilustrar nuestro enfoque de valoración de empresas, consideremos el problema de valoración al que se enfrentó Immersion Chemical Corporation en la primavera de 2007. Immersion ofrece productos y servicios en todo el mundo para la industria de las ciencias de la vida, y opera en cuatro negocios: salud humana, biociencia, salud animal y agricultura, y productos químicos puros y especializados. La estrategia global de la compañía es centrarse en nichos de mercado con oportunidades globales, desarrollar fuertes relaciones con sus clientes y mejorar su capacidad de innovación. En un esfuerzo por expandirse hacia los productos biofarmacéuticos, Immersion está considerando la adquisición de Genetics Research Corporation (GRC), que se integrará en la división de productos químicos de Immersion.

Immersion puede comprar GRC por un pago efectivo de 100 M\$, que es igual a un múltiplo de seis veces el EBITDA de 2006 de GRC. Immersion también asumiría las cuentas por pagar y los gastos acumulados, que suman 9.825.826 \$, de modo que el valor en libros sería 109.825.826 \$ (como se muestra en la Tabla 7.1). Para financiar la adquisición de GRC, Immersion pedirá 40 M\$ de deuda sin recurso y necesitará obtener 60 M\$ de recursos propios<sup>1</sup>. A partir de las conversaciones con su banquero de inversión, la dirección de Immersion ha sabido que el precio de 100 M\$ está dentro del rango de entre cinco y siete veces el EBITDA que se ha venido pagando recientemente por empresas similares. Como indica el análisis a continuación, este precio también está en línea con el análisis DCF de GRC que ha hecho Immersion, dadas las proyecciones del flujo de caja basadas en su estrategia operativa actual.

La Tabla 7.1 contiene los balances de GRC antes y después de la adquisición, que indican que Immersion está pagando por el negocio 20 M\$ más que el valor en libros de GRC.

<sup>1</sup>Los 9.825.826 \$ restantes representan el valor de las cuentas por pagar y los gastos acumulados de GRC, que Immersion asume.

**C O N S E J O S D E L  
P R O F E S I O N A L**
**Métodos de valoración de empresas que se utilizan en Wall Street: una entrevista con Jeffrey Rabel\***

A grandes rasgos, hay tres metodologías básicas de valoración que se utilizan en banca de inversión: múltiplos de mercado o de compañías comparables, múltiplos de transacciones y DCF. La elección de una metodología concreta varía según el contexto y el tipo de transacción. En el caso de transacciones de recursos propios, como la fijación del precio de una OPI, el enfoque preferido es la valoración relativa basada en múltiplos de comparables de mercado (empresas del mismo sector o de uno parecido y empresas que han pasado recientemente por transacciones similares). La razón es que la compañía pasará a tener cotizados sus recursos propios y, por tanto, los inversores podrán escoger entre comprar acciones de esa compañía o de cualquier otra comparable a ella.

Un aspecto clave de la valoración relativa es la selección del conjunto de empresas comparables. Por ejemplo, en la OPI de Hertz no solo contemplamos los precios relativos de empresas de alquiler de coches (Avis, Budget, etc.), sino también los de compañías de alquiler de equipamiento industrial (United Rental, RSC Equipment, etc.), dado que esta era una actividad creciente dentro del modelo de negocio de Hertz. También consideramos compañías relacionadas con viajes, dado que gran parte del negocio de alquiler de coches de Hertz es consecuencia de los viajes aéreos. Algunos incluso opinaron que Hertz, a causa de la fuerza de su marca, debería compararse con múltiplos de valoración de un conjunto de empresas con marcas fuertes, como Nike o Coca-Cola. Obviamente, la selección de un grupo de empresas y transacciones comparables es crítica cuando se lleva a cabo una valoración relativa, porque conjuntos diferentes de empresas arrojan distintos múltiplos, y esto afecta a la estimación del valor.

En el análisis de fusión y adquisición que involucra a un comprador estratégico (normalmente otra empresa del mismo sector o uno parecido) o a un comprador financiero como una empresa de capital privado (véase el Capítulo 8), se utiliza una combinación del DCF y el

Nótese que la diferencia de 20.819.867 \$ entre el precio de compra y el valor en libros del activo total de GRC antes de la adquisición se está registrando como fondo de comercio en el balance modificado<sup>2</sup>. Además, el balance de GRC después de la adquisición contiene 40 M\$ de deuda a largo plazo (sobre la que paga un 6,5% de interés) y 60 M\$ de recursos propios ordinarios (acciones ordinarias a precio de paridad más capital desembolsado). El resto del lado derecho del balance son pasivos circulantes que consisten enteramente en cuentas por pagar y gastos acumulados, que no devengan intereses. Por tanto, después de ser comprada por Immersion, GRC tendrá un total de 100 M\$ en capital invertido, del cual el 40% es deuda y el 60% son recursos propios.

**Valorar GRC mediante el análisis DCF**

En el Capítulo 2 expusimos el siguiente proceso en tres pasos para utilizar el análisis DCF, que ahora aplicaremos a la valoración de GRC:

<sup>2</sup>Al incluir toda la prima de compra en el fondo de comercio estamos asumiendo que el valor estimado de los activos de GRC es igual a su valor en libros.

segundo tipo de valoración relativa, múltiplos de transacción. La razón de utilizar los múltiplos de transacción es que estos representan lo que otros compradores estaban dispuestos a pagar por compañías similares (o de líneas de negocio parecidas). Los múltiplos de transacción se utilizan en combinación con el enfoque DCF porque este último permite a los compradores valorar la adquisición basándose en su proyección de su rendimiento bajo sus propias hipótesis sobre cómo funcionará el negocio.

Los métodos de valoración DCF varían ligeramente de un banco de inversión a otro; no obstante, el enfoque típico al valorar empresas es un híbrido que consiste en proyectar los flujos de caja para valorarlos en el futuro cercano, y utilizar la valoración relativa para determinar el valor terminal. El análisis suele involucrar una proyección a cinco años de los flujos de caja, que se descuentan con una estimación del WACC de la empresa. El valor de los flujos de caja posteriores al periodo de planificación se estima mediante un valor terminal que se calcula con un múltiplo de una característica clave del desempeño de la empresa, como el EBITDA. A menudo se hacen pruebas de estrés de la estimación del valor terminal con una tasa de crecimiento constante, mediante el modelo de Gordon, para evaluar si la tasa de crecimiento implícita en el múltiplo del valor terminal es razonable.

El enfoque final de valoración que utilizamos es una variante del DCF que se usa cuando una transacción de fusión y adquisición involucra a un financiador (por lo general, una empresa de capital privado como Blackstone, Cerberus o KKR). Los compradores financieros están motivados por la tasa de rendimiento que obtienen, así que el enfoque de valoración que utilizan se centra en la TIR de la transacción. La idea básica es llegar a un conjunto de proyecciones de flujos de caja a corto plazo con el que el comprador se sienta cómodo, estimar un valor terminal al final del periodo de proyección (habitualmente cinco años) y luego determinar las diferentes TIR al modificar el precio de adquisición.

\* Jeffrey Rabel fue vicepresidente del grupo de financiadores globales de Lehman Brothers en Nueva York.

**Paso 1.** Estimar el importe y el calendario de los flujos de caja esperados.

**Paso 2.** Estimar una tasa de descuento adecuada al riesgo.

**Paso 3.** Calcular el valor actual de los flujos de caja esperados: el valor de la empresa (EV).

La Tabla 7.2 detalla nuestro análisis DCF del valor de la empresa GRC bajo la hipótesis de que las operaciones de la empresa continúan como en el pasado. Nos referimos a esto como la “estrategia *statu quo*”.

**Paso 1. Estimar el importe y el calendario de los flujos de caja esperados.** En los paneles a y b de la Tabla 7.2 mostramos los estados financieros *pro forma* y las proyecciones de los flujos de caja necesarios para el paso 1 de un análisis DCF. Las proyecciones de los flujos de caja corresponden al periodo de planificación 2007-2012, y las estimaciones del valor terminal se basan en las proyecciones de los flujos de caja de 2013 en adelante. Además, el panel a contiene los estados financieros *pro forma* en los que se apoyan estas proyecciones. Los estados financieros *pro forma* asumen que GRC mantiene sus operaciones igual que lo ha hecho en el pasado (*i. e.*, con una estrategia *statu quo*) y reflejan una tasa de crecimiento de los ingresos del 4% anual durante el periodo de planificación.

**Tabla 7.1 Balances de GRC antes y después de la adquisición**

(Dólares)	Antes de la adquisición	Después de la adquisición
	2006	2006
Activo circulante	41.865.867	41.865.867
Propiedades, instalaciones y equipo brutos	88.164.876	88.164.876
Menos: amortización acumulada	(41.024.785)	(41.024.785)
Propiedades, instalaciones y equipo netos	47.140.092	47.140.092
Fondo de comercio	—	20.819.867
<b>Total</b>	<b>89.005.959</b>	<b>109.825.826</b>
Pasivo circulante	9.825.826	9.825.826
Deuda a largo plazo	36.839.923	40.000.000
<b>Total pasivo</b>	<b>46.665.749</b>	<b>49.825.826</b>
Acciones ordinarias (paridad)	290.353	400.000
Capital desembolsado	20.712.517	59.600.000
Beneficios retenidos	21.337.340	—
Acciones ordinarias	42.340.210	60.000.000
<b>Total</b>	<b>89.005.959</b>	<b>109.825.826</b>
<b>Leyenda</b>		
Financiación de la adquisición		
Cuentas por pagar y gastos acumulados asumidos	9.825.826	
Deuda a largo plazo (40% del valor de la empresa)	40.000.000	
Venta de acciones ordinarias	60.000.000	
<b>Total</b>	<b>109.825.826</b>	
Acciones emitidas (1 \$ de valor nominal)	400.000	
Ganancia neta	60.000.000	
Precio por acción	150,00	

El nivel de activos que se encuentra en los balances *pro forma* refleja los activos que GRC necesita para soportar los ingresos proyectados. Se asume que cualquier necesidad de financiación adicional se obtendrá reteniendo el 80% de los beneficios de GRC y obteniendo el resto de los fondos que se necesiten mediante deuda a largo plazo. Un vistazo rápido a los balances *pro forma* del panel a de la Tabla 7.2, sin embargo, indica que con la estrategia *statu quo* la deuda a largo plazo de GRC de hecho desciende desde 40 M\$ al final de 2006 hasta 23.608.049 \$ en 2012. Este decremento refleja el hecho de que, dadas nuestras proyecciones, la retención de los beneficios futuros por parte de la empresa es más que adecuada para cubrir sus necesidades de financiación, lo que le permite retirar su deuda a largo plazo. Por último, los flujos de caja estimados de GRC, que también se encuentran

**Tabla 7.2 Estimar el valor de empresa de GRC mediante análisis DCF (estrategia *statu quo*)**

<b>Panel a (paso 1). Estimar el importe y calendario de los flujos de caja futuros (período de planificación)</b>											
<b>Estados financieros <i>pro forma</i> del período de planificación</b>											
<b>(Dólares)</b>	<b>Pre adquisición</b>		<b>Cuentas de resultados <i>pro forma</i></b>								
	<b>2006</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	
Ingresos	80.000.000	80.000.000	83.200.000	86.528.000	89.989.120	93.588.685	97.332.232	101.225.521			
Coste de bienes vendidos	(45.733.270)	(45.733.270)	(50.932.000)	(52.629.280)	(54.394.451)	(56.230.229)	(58.139.438)	(60.125.016)			
Beneficio bruto	34.266.730	34.266.730	32.268.000	33.898.720	35.594.669	37.358.456	39.192.794	41.100.506			
Gastos generales y administrativos	(17.600.000)	(17.600.000)	(17.984.000)	(18.383.360)	(18.798.694)	(19.230.642)	(19.679.868)	(20.147.063)			
Gasto por amortización	(6.500.000)	(6.500.000)	(7.856.682)	(7.856.682)	(7.856.682)	(7.856.682)	(7.856.682)	(7.856.682)			
Ingreso operativo neto	10.166.730	10.166.730	6.427.318	7.658.678	8.939.292	10.271.131	11.658.244	13.096.761			
Gasto por intereses	(2.523.020)	(2.523.020)	(2.600.000)	(2.549.847)	(2.453.680)	(2.307.941)	(2.108.865)	(1.852.465)			
Beneficio antes de impuestos	7.643.710	7.643.710	3.827.318	5.108.831	6.485.612	7.963.190	9.547.379	11.244.296			
Impuestos	(1.910.928)	(1.910.928)	(956.830)	(1.277.208)	(1.621.403)	(1.990.798)	(2.386.845)	(2.811.074)			
Ingreso neto	5.732.783	5.732.783	2.870.489	3.831.623	4.864.209	5.972.393	7.160.534	8.433.222			
<b>Balances <i>pro forma</i></b>											
<b>(Dólares)</b>	<b>Pre adquisición</b>		<b>Balances <i>pro forma</i></b>								
	<b>2006</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	
Activo circulante	41.865.867	41.865.867	43.540.501,76	45.282.121,84	47.093.406,71	48.977.142,98	50.936.228,70	52.973.677,84			
Propiedades, instalaciones y equipo bruto	88.164.876	88.164.876	96.021.558	103.878.240	111.734.922	119.591.604	127.448.286	135.304.968			
Menos: amortización acumulada	(41.024.785)	(41.024.785)	(48.881.467)	(56.738.149)	(64.594.831)	(72.451.513)	(80.308.194)	(88.164.876)			
Propiedades, instalaciones y equipo netos	47.140.092	47.140.092	47.140.092	47.140.092	47.140.092	47.140.092	47.140.092	47.140.092			
Fondo de comercio	—	20.819.867	20.819.867	20.819.867	20.819.867	20.819.867	20.819.867	20.819.867			
Total	89.005.959	109.825.826	111.500.461	113.242.081	115.053.366	116.937.102	118.896.188	120.933.637			

(Continúa)

**Tabla 7.2** *continúa*

Pasivo circulante	9.825.826	9.825.826	9.975.651	10.131.469	10.293.520	10.462.053	10.637.327	10.819.613
Deuda a largo plazo	36.839.923	40.000.000	39.228.419	37.748.922	35.506.789	32.444.078	28.499.462	23.608.049
Total pasivo	46.665.749	49.825.826	49.204.070	47.880.392	45.800.309	42.906.131	39.136.790	34.427.661
Acciones ordinarias (paridad)	290.353	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
Capital desembolsado	20.712.517	59.600.000	59.600.000	59.600.000	59.600.000	59.600.000	59.600.000	59.600.000
Beneficios retenidos	21.337.340	—	2.296.391	5.361.689	9.253.057	14.030.971	19.759.398	26.505.976
Acciones ordinarias	42.340.210	60.000.000	62.296.391	65.361.689	69.253.057	74.030.971	79.759.398	86.505.976
Total	89.005.959	109.825.826	111.500.461	113.242.081	115.053.366	116.937.102	118.896.188	120.933.637

**Estimaciones del flujo de caja del periodo de planificación**

(Dólares)	Cuentas de resultados <i>pro forma</i>				
	2007	2008	2009	2010	2011
Ingreso operativo neto	6.427.318	7.658.678	8.939.292	10.271.131	11.656.244
Menos: impuestos	(1.606.830)	(1.914.670)	(2.234.823)	(2.567.783)	(2.914.061)
NOPAT	4.820.489	5.744.009	6.704.469	7.703.349	8.742.183
Más: amortización	7.856.682	7.856.682	7.856.682	7.856.682	7.856.682
Menos: CAPEX	(7.856.682)	(7.856.682)	(7.856.682)	(7.856.682)	(7.856.682)
Menos: variación en capital circulante neto	(1.281.602)	(1.332.866)	(1.386.180)	(1.441.628)	(1.499.293)
Igual FFCF	3.538.887	4.411.143	5.318.289	6.261.721	7.242.890

**Panel b (paso 1 cont.). Estimar el flujo de caja del valor terminal****Metodo 1: DCF con el modelo de Gordon****Metodo 2: Múltiplos de la ratio EV/EBITDA****Múltiplos del valor terminal del modelo de Gordon****Estimaciones del valor terminal**

Tasa de descuento	Tasas de crecimiento (g)			Valor de empresa (EV)		Valor terminal (\$)
	0%	1%	2%	3%	EBITDA	
8,3%	12,05	13,84	16,19	19,43	5,00	104.767.215
8,8%	11,36	12,95	15,00	17,76	5,50	115.243.936
9,3%	10,75	12,17	13,97	16,35	6,00	125.720.658
9,8%	10,20	11,48	13,08	15,15	6,50	136.197.379
					7,00	146.674.101



## Estimaciones del valor terminal (para FFCF recibidos de 2013 en adelante) (en dólares)

Tasa de descuento	Tasas de crecimiento (g)			
	0%	1%	2%	3%
8,3%	99.557.908	114.327.938	133.786.865	160.588.784
8,8%	93.901.209	106.999.224	123.949.596	146.744.924
9,3%	88.852.757	100.553.487	115.459.897	135.098.501
9,8%	84.319.453	94.840.221	108.058.622	125.164.788

## Panel c (paso 2). Estimar una tasa de descuento adecuada al riesgo

- *Coste de la deuda*: el tipo de interés estimado es un 6,5%, con un tipo impositivo marginal del 25%, lo que resulta en un coste de la deuda después de impuestos del 4,875%.
- *Coste de los recursos propios*: una beta desapalancada media de los RRPP del sector de 0,89 implica una beta apalancada de los RRPP de GRC de 1,28, asumiendo una ratio de endeudamiento objetivo del 40% y una beta de la deuda de 0,30. Si se emplea el CAPM con un rendimiento del 5,02% de un bono del Tesoro a 10 años y una prima de riesgo del mercado del 5%, se obtiene una estimación del coste apalancado de los RRPP del 11,42%.
- WACC: Utilizando la ratio de endeudamiento objetivo del 40%, el WACC es aproximadamente 8,8%.

## Panel d (paso 3). Calcular el valor actual de los flujos de caja futuros

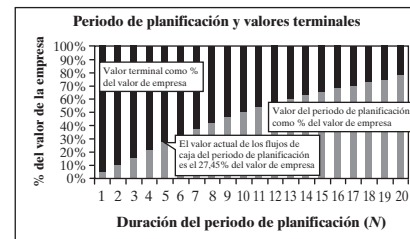
Tasa de descuento	FFCF del periodo de planif.	Valor actual de los flujos de caja futuros esperados (\$)			
		Valor terminal		Valor terminal	
		Método 1	Método 2	Método 1	Método 2
7,8%	26.201.884	78.986.073	80.112.266	105.187.958	106.314.150
<b>8,8%</b>	<b>25.309.857</b>	<b>74.729.086</b>	<b>75.794.582</b>	<b>100.038.943</b>	<b>101.104.439</b>
9,8%	24.461.738	70.737.378	71.745.960	95.199.116	96.207.698

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Valor terminal, tasa de crecimiento esperada y coste del capital

Cuando se estima el valor con un periodo de planificación y un valor terminal, ¿cuánto del valor se puede atribuir a cada uno de estos componentes? Para responder a esta pregunta, consideremos la situación en que se espera que los FFCF de una empresa crezcan a una tasa del 12% anual durante un periodo de 5 años, seguido por una tasa de crecimiento del 2% a partir del sexto año. Si el coste del capital de la empresa es del 10%, entonces la importancia relativa de los flujos de caja del periodo de planificación y los del valor terminal se muestra en la primera figura, para distintos periodos de planificación.

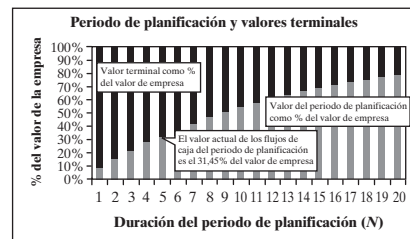
Si el analista utiliza un periodo de planificación de cinco años, entonces el valor actual de los flujos de caja de dicho periodo en este escenario es un 27,45% del valor de la empresa, lo que deja el 72,55% del valor de la empresa como valor terminal. De forma similar, si se utiliza un periodo de planificación de tres años, el valor terminal será un 83,83% del valor de la empresa, lo que deja solo el 16,17% para el periodo de planificación. La observación clave que se desprende de este análisis es que el valor terminal es al menos el 50% del valor de la empresa en todos los periodos de planificación habitualmente utilizados (*i. e.*, de tres a diez años).



El ejemplo anterior era obviamente de una empresa de crecimiento muy elevado. Parece razonable, entonces, que el valor terminal sea menos importante en empresas más estables (de menor crecimiento). Resulta, como indica la segunda figura, que incluso en empresas con un crecimiento muy bajo y muy estable, cuyos flujos de caja crecen a un 2% perpetuo, el valor terminal sigue siendo el componente dominante del valor de la empresa en el periodo de planificación típico, de tres a diez años. En este caso, en que la empresa tiene una tasa constante de crecimiento del 2% todos los años, un periodo de planificación de cinco años implica que el 31,45% del valor de la empresa proviene de los flujos de caja del periodo de planificación, lo que deja el 68,55% del valor de la empresa en el valor terminal.

El mensaje es muy claro. El analista debe invertir mucho tiempo en estimar el valor terminal de la empresa. De hecho, incluso en un periodo de planificación largo de 10 años, el valor terminal de la empresa de crecimiento lento del ejemplo todavía está cerca de la mitad (47%) del valor de la empresa.

¿Cómo de importante debería ser el valor terminal para el valor de su empresa? Como sugieren los ejemplos anteriores, la respuesta varía según las perspectivas de crecimiento de la empresa y la duración del periodo de planificación que se utilicen en el análisis. En general, el valor terminal aumenta con la tasa de crecimiento del FFCF y disminuye conforme aumenta el periodo de planificación.



en el panel a, indican que desde 2007 hasta 2012 se espera que los flujos de caja crezcan de 3.538.887 \$ a 8.263.306 \$.

Siguiendo con los flujos de caja del periodo de planificación, el panel b incluye dos análisis del valor terminal de GRC evaluado en 2012. El primer método utiliza el modelo de crecimiento de Gordon (presentado en el Capítulo 2) para estimar el valor actual de los FFCF indefinidamente a partir de 2013. En concreto, estimamos el valor terminal en 2012 mediante la Ecuación 7.2:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor} \\ \text{terminal} \end{array} \right)_{2012} = \frac{FFCF_{2012}(1 + \text{Tasa de crecimiento terminal } (g))}{\left( \begin{array}{l} \text{Coste del capital} \\ (k_{WACC}) \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{Tasa de crecimiento} \\ \text{terminal } (g) \end{array} \right)} \quad (7.2)$$

Para estimar el valor terminal con este método, suponemos que los flujos de caja que la empresa espera generar tras el final del periodo de planificación crecen a una tasa constante ( $g$ ), que es inferior al coste del capital ( $k_{WACC}$ ). Recuerde de lo comentado sobre los múltiplos en el Capítulo 6 que la Ecuación 7.2a puede interpretarse como un múltiplo de  $FFCF_{2012}$ , donde el múltiplo es igual a la ratio de una más la tasa de crecimiento terminal dividido entre la diferencia del coste del capital y la tasa de crecimiento, *i. e.*,

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor} \\ \text{terminal} \end{array} \right)_{2012} = FFCF_{2012} \left( \frac{1 + g}{k_{WACC} - g} \right) = FFCF_{2012} \left( \begin{array}{l} \text{Múltiplo del modelo} \\ \text{de crecimiento de Gordon} \end{array} \right) \quad (7.2a)$$

En el panel b de la Tabla 7.2 mostramos los múltiplos del modelo de crecimiento de Gordon que corresponden a lo que la dirección de Inmersión piensa que es un rango razonable de valores para las tasas de descuento y crecimiento en los flujos de caja futuros. Por ejemplo, con coste del capital del 8,8% y una tasa de crecimiento terminal del 2%, el múltiplo del valor terminal según el modelo de crecimiento de Gordon,  $\left( \frac{1 + g}{k_{WACC} - g} \right)$ , es 15. Basándonos en el  $FFCF_{2012}$  estimado de 8.263.306 \$, esto arroja una estimación del valor terminal de 123.949.596 \$ al final de 2012.

Además del análisis DCF del valor terminal, el panel b de la Tabla 7.2 contiene un análisis que utiliza los múltiplos del EBITDA (método 2), como se muestra en la Ecuación 7.3:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor} \\ \text{terminal} \end{array} \right)_{2012} = EBITDA_{2012} \times \text{Múltiplo del EBITDA} \quad (7.3)$$

Los múltiplos entre cinco y siete se muestran en el panel b de la Tabla 7.2. Con un múltiplo de seis (que es el utilizado en el precio que se pide por GRC) del  $EBITDA_{2012}$ , se obtiene un valor terminal estimado para GRC en 2012 de 125.720.658 \$ = 6 × (13.096.791 \$ + 7.856.682 \$). Debería tenerse en cuenta que los múltiplos del EBITDA y del flujo de caja disponible generan estimaciones del valor terminal muy similares cuando no hay gastos de capital o inversiones en capital circulante neto extraordina-

rias. Si no fuera este el caso, el analista debería revisar sus hipótesis e intentar reconciliar las estimaciones divergentes del valor terminal.

**Paso 2. Estimar una tasa de descuento adecuada al riesgo.** Dado que la financiación de la deuda para GRC no tiene recurso a Immersion, la plantilla de Immersion analizó el coste del capital utilizando el método de financiación de proyectos descrito en el Capítulo 5. Los detalles del cálculo se muestran en el panel c de la Tabla 7.2. El análisis arrojó un coste del capital de estimado de GRC del 8,8%.

**Paso 3. Calcular el valor actual de los flujos de caja esperados: el valor de la empresa (EV).**

En el panel d de la Tabla 7.2 estimamos el valor de empresa de GRC mediante las estimaciones del flujo de caja del panel a, descontándolos con el coste del capital estimado de GRC (el WACC estimado del 8,8%  $\pm$  1%). El resultado es una serie de estimaciones del valor de la empresa que reflejan cada uno de los métodos utilizados para estimar el valor terminal y el rango del coste del capital. Con el coste del capital del 8,8%, la estimación del valor de la empresa es solo ligeramente superior a 100 M\$. En efecto, basándonos en la inversión de 100 M\$ y la proyección del flujo de caja del panel a de la Tabla 7.2, estimamos que la TIR de la adquisición es 9,02% (cuando se emplean los múltiplos del EBITDA relativamente conservadores para calcular el valor terminal de los flujos de caja).

Gracias a este análisis podemos ver que la adquisición está justamente valorada, con un valor de empresa muy cercano a los 100 M\$ de capital invertido. En otras palabras, esta es esencialmente una inversión con VAN cero. Dadas las incertidumbres que subyacen naturalmente a las estimaciones del flujo de caja y la tasa de descuento, no esperamos que los directivos de Immersion sigan adelante con esta adquisición a menos que esperen realizar cambios en la estrategia operativa del negocio que hagan más atractiva la inversión. Como veremos más adelante, la dirección de Immersion desea, de hecho, considerar tales cambios.

Habitualmente, un nuevo propietario se planteará realizar cambios en las estrategias operativas después de una adquisición. En este caso, la dirección de Immersion está considerando una propuesta que incluye gastos adicionales en bienes de capital y *marketing* con la esperanza de expandir la cuota de mercado de GRC. Dadas las economías de escala asociadas a la manufactura en este sector, una cuota de mercado mayor conllevará mayores márgenes operativos y un valor añadido para el negocio adquirido. La pregunta que tenemos que responder, entonces, es si estos cambios previstos lograrán aumentar el VAN de la inversión.

### Valorar GRC con la estrategia de crecimiento

Para evaluar la adquisición de GRC bajo la estrategia de crecimiento asumida, los analistas de Immersion revisaron cuidadosamente los flujos de caja proyectados de la empresa y repitieron el análisis de valoración llevado a cabo para el caso *statu quo*. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 7.3. El panel a de la Tabla 7.3 presenta los últimos estados financieros de GRC (de 2006, antes y después de la adquisición) y los estados financieros *pro forma* del periodo de planificación de seis años, entre 2007 y 2012.

La estrategia de crecimiento conlleva mayores gastos en *marketing*, así como el incremento de la capacidad de producción. En concreto, el plan propone gastar 3 M\$ adicionales al año en publicidad, más un 1 M\$ adicional al año en bienes de capital durante el periodo de planificación de seis años. Los analistas de Immersion esperan que el efecto combinado de estas acciones duplique la tasa de crecimiento de las ventas durante el

**Tabla 7.3 Estimar el valor de empresa de GRC mediante análisis DCF (estrategia de crecimiento)**

<b>Panel a (paso 1). Estimar el importe y calendario de los flujos de caja futuros (periodo de planificación)</b>									
<b>Estados financieros <i>pro forma</i> del periodo de planificación</b>									
<b>(Dólares)</b>	<b>Pre adquisición</b>		<b>Cuentas de resultados <i>pro forma</i></b>						
	<b>2006</b>	<b>Post adquisición</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Ingresos	80.000.000	80.000.000	86.400.000	86.400.000	93.312.000	100.776.960	108.839.117	117.546.246	126.949.946
Coste de bienes vendidos	(45.733.270)	(45.733.270)	(52.564.000)	(52.564.000)	(56.089.120)	(59.896.250)	(64.007.950)	(68.448.586)	(73.244.472)
Beneficio bruto	34.266.730	34.266.730	33.836.000	33.836.000	37.222.880	49.880.710	44.831.167	9.097.661	53.705.473
Gastos grales. y administrativos	(17.600.000)	(17.600.000)	(21.368.000)	(21.368.000)	(22.197.440)	(23.093.235)	(21.060.694)	(22.105.550)	(23.233.994)
Gasto por amortización	(6.500.000)	(6.500.000)	(7.856.682)	(7.856.682)	(8.023.349)	(8.190.015)	(8.356.682)	(8.523.349)	(8.690.015)
Ingreso operativo neto	10.166.730	10.166.730	4.611.318	4.611.318	7.002.091	9.597.460	15.413.791	18.468.762	21.781.465
Gasto por intereses	(2.523.020)	(2.523.020)	(2.600.000)	(2.600.000)	(2.778.968)	(2.887.535)	(2.916.242)	(2.737.729)	(2.453.086)
Beneficio antes de impuestos	7.643.710	7.643.710	2.011.318	2.011.318	4.223.123	6.709.925	12.497.549	15.731.034	19.328.378
Impuestos	(1.910.928)	(1.910.928)	(502.830)	(502.830)	(1.055.781)	(1.677.481)	(3.124.387)	(3.932.758)	(4.832.095)
Ingreso neto	5.732.783	5.732.783	1.508.489	1.508.489	3.167.342	5.032.444	9.373.162	11.798.275	14.496.284
<b>Balances <i>pro forma</i></b>									
<b>(Dólares)</b>	<b>Pre adquisición</b>		<b>Post adquisición</b>						
	<b>2006</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	
Activo circulante	41.865.867	41.865.867	45.215.137	48.832.347	52.738.935	56.958.050	61.514.694	66.435.870	
Propiedades, instalaciones y equipo brutos	88.164.876	88.164.876	97.021.558	106.044.907	115.234.922	124.591.604	134.114.953	142.804.968	
Menos: amortización acumulada	(41.024.785)	(41.024.785)	(48.881.467)	(56.904.815)	(65.094.831)	(73.451.513)	(81.974.861)	(90.664.876)	
Propiedades, instalaciones y equipo netos	47.140.092	47.140.092	48.140.092	49.140.092	50.140.092	51.140.092	52.140.092	52.140.092	
Fondo de comercio	—	20.819.867	20.819.867	20.819.867	20.819.867	20.819.867	20.819.867	20.819.867	
Total	89.005.959	109.825.826	114.175.095	118.792.306	123.698.894	128.918.009	134.474.653	139.395.829	

(Continúa)

Tabla 7.3 *continúa*

(Dólares)	Pre adquisición		Balance <i>pro forma</i>					
	2006	Post adquisición 2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Pasivo circulante	9.825.826	9.825.826	10.214.944	10.628.033	11.067.013	11.533.953	12.031.091	12.471.376
Deuda a largo plazo	36.839.923	40.000.000	42.753.361	44.423.608	44.865.262	42.118.906	37.739.792	30.623.656
Total pasivo	46.665.749	49.825.826	52.968.305	55.051.642	55.932.274	53.652.860	49.770.884	43.095.032
Acciones ordinarias (paridad)	290.353	340.353	340.353	340.353	340.353	340.353	340.353	340.353
Capital desembolsado	20.712.517	38.322.307	38.322.307	38.322.307	38.322.307	38.322.307	38.322.307	38.322.307
Beneficios retenidos	21.337.340	21.337.340	22.544.131	25.078.005	29.103.960	36.602.489	46.041.110	57.638.136
Acciones ordinarias	42.340.210	60.000.000	61.206.791	63.740.665	67.766.620	75.265.149	84.703.769	96.300.796
Total	89.005.959	109.825.826	114.175.095	118.792.306	123.698.894	128.918.009	134.474.653	139.395.829

(Dólares)	Cuentas de resultados <i>pro forma</i>					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ingreso operativo neto	4.611.318	7.002.091	9.597.460	15.413.791	18.468.762	21.781.465
Menos: impuestos	(1.152.830)	(1.750.523)	(2.399.365)	(3.853.448)	(4.617.191)	(5.445.366)
NOPAT	3.458.489	5.251.569	7.198.095	11.560.343	13.851.572	16.336.098
Más: amortización	7.856.682	8.023.349	8.190.015	8.356.682	8.523.349	8.690.015
Menos: CAPEX	(8.856.682)	(9.023.349)	(9.190.015)	(9.356.682)	(9.523.349)	(8.690.015)
Menos: variación en capital circulante neto	(2.563.203)	(2.768.260)	(2.989.720)	(3.228.898)	(3.487.210)	(3.766.187)
Igual: FFCC	(104.715)	1.483.309	3.208.375	7.331.446	9.364.362	12.569.912

<b>Panel b (paso 1 cont.). Estimar el flujo de caja del valor terminal</b>									
<i>Método 1: DCF con el modelo de Gordon</i>					<i>Método 2: Múltiplos de la ratio EV/EBITDA</i>				
<b>Estimaciones del valor terminal (FFCF de 2013 en adelante)</b>									
<b>Tasa de descuento</b>	<b>Tasas de crecimiento (g)</b>				<b>Valor de empresa (EV)</b>				
	<b>0%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>EBITDA</b>	<b>Valor terminal (\$)</b>			
8,3%	151.444.722	173.912.480	203.512.860	244.283.194	5,00	152.356.701			
8,8%	142.839.909	162.764.244	188.548.679	223.224.298	5,50	167.592.441			
9,3%	135.160.344	152.959.169	175.634.386	205.508.084	6,00	182.828.181			
9,8%	128.264.408	144.268.308	164.375.772	190.397.196	6,50	198.063.921			
					7,00	213.299.661			
<b>Panel c (paso 2). Estimar una tasa de descuento adecuada al riesgo</b>									
Basándose en el análisis presentado en el panel c de la Tabla 7.1, el WACC de GRC se estima en un 8,8%.									
<b>Panel d (paso 3). Calcular el valor actual de los flujos de caja futuros</b>									
<b>Tasa de descuento</b>	<b>Valor actual de los flujos de caja futuros esperados (\$)</b>					<b>Valor terminal</b>			
	<b>FFCF del periodo de planif.</b>	<b>Método 1</b>	<b>Método 2</b>	<b>Método 1</b>	<b>Método 2</b>	<b>Método 1</b>	<b>Método 2</b>		
7,8%	23.611.874	129.683.352	116.502.541	153.295.226	140.114.445				
<b>8,8%</b>	<b>22.600.651</b>	<b>122.694.014</b>	<b>110.223.616</b>	<b>145.294.665</b>	<b>132.824.267</b>				
9,8%	21.643.890	116.140.225	104.335.942	137.784.115	125.979.832				

periodo de planificación, hasta alcanzar un 8% anual, comparado con el 4% de la estrategia *statu quo*. Tras alcanzar la cuota de mercado objetivo de 2012, se espera que los gastos de capital y *marketing* vuelvan a los niveles de *statu quo*, y se asume que la tasa de crecimiento esperada de los FFCF de 2013 será de un 2%, al igual que en el caso *statu quo*.

Al comparar las proyecciones de los flujos de caja de la estrategia *statu quo* (panel a de la Tabla 7.2) con los de la estrategia de crecimiento (panel a de la Tabla 7.3), vemos que esta última tiene el efecto inicial de reducir los flujos de caja por debajo de los niveles *statu quo* en el periodo 2007-2009. No obstante, a partir de 2010 los flujos de caja esperados de la estrategia de crecimiento superan a los de la estrategia *statu quo* (7.331.446 \$ en la estrategia de crecimiento frente a los 6.261.721 \$ de la estrategia *statu quo*), y continúan siendo superiores en todos los años siguientes.

Dado que la estrategia de crecimiento tiene al inicio menores flujos de caja que la *statu quo*, pero más tarde genera flujos mucho mayores, su valor incremental dependerá de la tasa de descuento que se utilice para evaluar la estrategia. En el panel c de la Tabla 7.3 suponemos que el coste del capital de la estrategia de crecimiento es el mismo que el de la *statu quo* (i. e., 8,8%). En este caso, las estimaciones del valor de la empresa son dramáticamente mayores que en la estrategia *statu quo*, puesto que arrojan un valor esperado de 145.294.665 \$ cuando se utiliza el modelo de Gordon para estimar el valor terminal (método 1 en el panel d de la Tabla 7.3) y 132.824.267 \$ cuando se utiliza un múltiplo de seis veces el EBITDA.

Sin embargo, la estrategia de crecimiento tiene, casi con seguridad, más riesgo que la *statu quo*, y debería requerir un coste del capital más elevado. Para evaluar cómo un coste del capital más elevado afectará al valor de la estrategia de crecimiento, el panel d de la Tabla 7.3 presenta los flujos de caja con la estrategia de crecimiento con tasas de descuento alternativas, que llegan hasta el 12%. Aunque el VAN es moderado, se mantiene positivo incluso con una tasa de descuento del 12%, lo que representa un incremento de más del 30% en el coste del capital del 8,8% que utilizamos para valorar la estrategia *statu quo*.

## Análisis de sensibilidad

La adquisición de GRC es una inversión con riesgo, así que es importante llevar a cabo un análisis de sensibilidad de la propuesta. En este caso nos limitaremos al uso del análisis de sensibilidad del punto muerto aunque, como ilustramos en el Capítulo 3, también es útil examinar un modelo de simulación que calcule la influencia de los factores clave.

Consideramos tres factores clave en la adquisición de GRC con la estrategia de crecimiento. El primero se refiere al coste del capital de la adquisición, el segundo y el tercero son determinantes del nivel de los flujos de caja futuros: la tasa de crecimiento estimada de los flujos de caja de GRC durante el periodo de planificación y el múltiplo del valor terminal que se utilice para valorar los flujos de caja posteriores al periodo de planificación. En el análisis del riesgo que sigue, centramos la atención únicamente en la valoración que emplea el múltiplo del EBITDA (método 2) para estimar el valor terminal.

### Análisis de sensibilidad: coste del capital

El coste del capital, como todos los factores determinantes del valor, siempre se estima con un cierto margen de error. Sin embargo, en este caso tenemos otra razón para preocuparnos por la estimación del coste del capital. La estrategia de crecimiento tiene más riesgo que la *statu quo*, lo que significa que los flujos de caja de la primera deberían descontarse



con una tasa más elevada; ¿pero cuánto más elevada? Un enfoque que podemos adoptar para afrontar esta cuestión es explorar la importancia de la tasa de descuento al valorar GRC con la estrategia de crecimiento. Para ello, podemos calcular la TIR de la inversión y preguntarnos si es plausible que la tasa de descuento apropiada sea mayor que la TIR. Recuerde que ya consideramos una cuestión muy similar cuando evaluamos la estrategia *statu quo*, en la que la TIR era de solo un 9,02% y el coste del capital era del 8,8%. En aquel caso había poco margen de error al estimar el WACC.

Calculamos la TIR de la adquisición a partir de los flujos de caja esperados que se encuentran en el panel a de la Tabla 7.3 (y un valor terminal para 2012 igual a seis veces el  $EBITDA_{2012}$ ) y los 100 M\$ de capital invertido que se reflejan en el precio de compra solicitado. De acuerdo con estas asunciones, la inversión tiene una TIR del 14,28%. En consecuencia, si el coste del capital de la estrategia de crecimiento, que tiene más riesgo, supera el 14,28%, no se debería llevar a cabo la adquisición. Aunque es probable que la tasa de descuento apropiada para esta inversión sea superior a la tasa de descuento de la inversión *statu quo*, es bastante improbable que supere el 14,28%. En el panel c de la Tabla 7.2 señalamos que la beta estimada de los recursos propios de GRC era 1,28, lo que genera un coste de los recursos propios del 11,42%, y un WACC del 8,8%. Para generar un coste del capital del 14,28%, la beta de los recursos propios de GRC tendría que alcanzar un 3,11, lo que es altamente improbable.

#### Análisis de sensibilidad: tasa de crecimiento de los ingresos

A continuación consideramos un análisis de sensibilidad del punto muerto de la tasa de crecimiento de los ingresos durante el periodo de planificación. Este análisis revela que la tasa de crecimiento esperada de los ingresos, del 8%, puede reducirse solo hasta el 5% (recuerde que la estrategia *statu quo* asume una tasa de crecimiento de los ingresos del 4%) antes de que el valor de la adquisición caiga hasta el precio de compra de 100 M\$<sup>3</sup>. La tasa de crecimiento de los ingresos, y en consecuencia los beneficios de la empresa, es muy importante, dado que no solo determina cuáles serán los flujos de caja durante el periodo de planificación, sino que también impacta de forma relevante en el valor terminal al incrementar el  $EBITDA_{2012}$ .

#### Análisis de sensibilidad: múltiplo del EBITDA del valor terminal

El último factor clave que consideramos es el múltiplo del valor terminal (*i. e.*, valor de empresa (EV) dividido entre el EBITDA) que se utiliza para estimar el valor terminal de GRC en 2012. En nuestro análisis anterior utilizamos un múltiplo de seis, que era el múltiplo del precio de compra que Immersion debía pagar por GRC. Sin embargo, si reducimos este múltiplo del EBITDA del valor terminal a 4,21, el valor actual de la adquisición cae hasta el precio de adquisición de GRC: 100 M\$.

#### Análisis de escenarios

Hasta este momento hemos considerado tres factores clave determinantes del valor: la tasa de descuento, la tasa de crecimiento y el múltiplo del EBITDA a la fecha de terminación. La conclusión parece ser que no es probable que la inversión sea más o menos atractiva si

<sup>3</sup>Nótese que en este análisis estamos manteniendo todo constante (*ceteris paribus*) excepto la tasa de crecimiento de los ingresos. Por ejemplo, seguimos considerando que la tasa de descuento es de un 8,8%.

alteramos cualquiera de los factores clave por separado. Sin embargo, hay escenarios en los que los tres factores clave difieren de sus valores esperados, lo que resulta en un VAN negativo para la inversión en GRC. Por ejemplo, aunque argumentamos que una tasa de descuento del 14% es muy improbable, una tasa del 10% es posible. De forma similar, podríamos suponer que la tasa de crecimiento de los ingresos en el periodo de planificación podría ser un 6% en lugar de un 8%. Si se hacen estos cambios simultáneamente, entonces el múltiplo del EBITDA del valor terminal solo tiene que bajar hasta el 5,73 para que el valor de la empresa GRC con la estrategia de crecimiento caiga al precio de adquisición de 100 M\$.

Como indica la siguiente tabla, hay algunos escenarios posibles en los cuales la adquisición y la implementación de la estrategia de crecimiento no generarían valor añadido. Por ejemplo, con un múltiplo del EBITDA de 5,5 en el cálculo del valor terminal, la adquisición solo vale 96 M\$ (*i. e.*, se convierte en una inversión con VAN negativo) si también hacemos asunciones ligeramente menos favorables sobre la tasa de descuento (10%) y la tasa de crecimiento de los ingresos durante el periodo de planificación (6%). Como vimos en el Capítulo 3, contemplar escenarios probables pero menos favorables que pueden conducir a un VAN negativo es una herramienta muy poderosa para profundizar en el riesgo de una inversión.

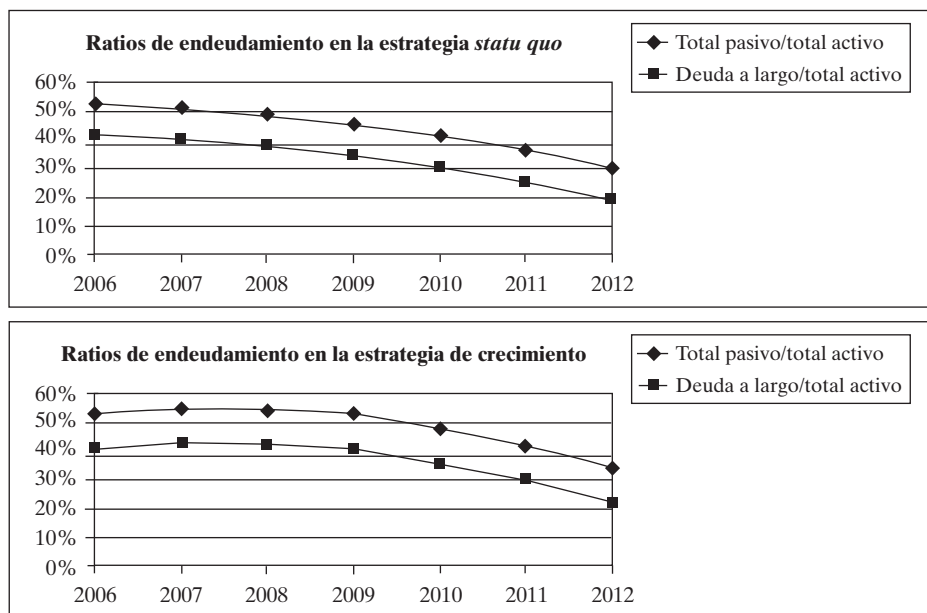
Factor clave	Parámetro inicial	Escenarios de punto muerto			Escenario de VAN negativo
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Coste del capital	8,8%	10%	<b>10,72%</b>	9%	<b>10%</b>
Tasa de crecimiento de los ingresos durante el periodo de planificación	8%	6%	6%	<b>5,1%</b>	<b>6%</b>
Múltiplo del EBITDA del valor terminal	6	<b>5,73</b>	6	6	<b>5,5</b>
Valor de la empresa	132.824.688 \$	100.000.000 \$	100.000.000 \$	100.000.000 \$	93.634.832 \$

Los escenarios arriba planteados están lejos de ser exhaustivos, y siempre podemos encontrar escenarios en los que casi cualquier inversión tenga un VAN positivo o negativo. Lo que esto significa es que las herramientas que hemos desarrollado son solo eso: herramientas de decisión. Proporcionan apoyo y respaldo para quien debe tomar la decisión, pero no son ellas las que deciden. En este caso concreto, los números no proporcionan una imagen clara sobre si Immersion debe seguir adelante con la inversión. Esta será muy frecuentemente la conclusión del análisis. Las herramientas proporcionan información valiosa a los directivos, pero en última instancia son ellos quienes deben tomar la decisión de acuerdo con su criterio.

### 7.3. ESTIMAR EL VALOR DE UNA EMPRESA MEDIANTE EL MODELO APV

Hasta este punto, hemos venido utilizando el enfoque WACC tradicional, que emplea una tasa de descuento constante para valorar los flujos de caja de la empresa. Mientras que este

**Figura 7.1 Ratios de estructura de capital en la adquisición de GRC: 2007-2012**



<b>Estrategia statu quo</b>	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total pasivo/total activo	51,3%	49,1%	46,1%	43,0%	39,2%	35,2%	31,1%
Deuda a largo/total activo	22,3%	20,0%	17,0%	13,9%	10,1%	6,2%	2,1%

<b>Estrategia de crecimiento</b>	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total pasivo/total activo	66,6%	67,7%	67,7%	66,7%	63,7%	59,2%	53,5%
Deuda a largo/total activo	43,9%	44,9%	44,9%	43,9%	40,9%	36,5%	30,8%

**Márgenes del EBITDA**

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Estrategia statu quo	7,63%	7,00%	7,69%	7,65%	8,28%	8,22%	8,15%
Estrategia de crecimiento	7,63%	5,35%	6,93%	8,22%	10,99%	12,68%	13,97%
Crecimiento menos statu quo	0,00%	-1,64%	-0,76%	0,57%	2,70%	4,47%	5,82%

enfoque tiene sentido para valorar GRC antes de su adquisición por parte de Immersion Chemical Corporation, la tasa de descuento constante es inconsistente con los cambios previstos en la estructura de capital de la empresa tras su compra. Un vistazo a las ratios de endeudamiento de la Figura 7.1. revela que los pesos de la estructura de capital (medidos aquí en términos de valor en libros) no son constantes en el tiempo ni en la estrategia *statu quo* ni en la de crecimiento. Como resultado, la utilización de una única tasa de descuento es problemática.

Cuando se espera que la estructura de capital de la empresa cambie sustancialmente en el tiempo, recomendamos que se utilice el enfoque del **valor actual ajustado (APV)**.

## Introducción al enfoque APV

El enfoque APV expresa el valor de la empresa como la suma de los dos componentes siguientes:

$$\left( \begin{array}{c} \text{Valor de la empresa} \\ \text{(enfoque APV)} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{Valor de los EFCF} \\ \text{desapalancados} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Valor de los ahorros} \\ \text{fiscales de intereses} \end{array} \right) \quad (7.4)$$

El primer componente es el valor de los flujos de caja operativos de la empresa. Dado que los flujos de caja operativos no se ven afectados por cómo se financia la empresa, nos referimos a ellos como los EFCF desapalancados. El valor actual de los EFCF desapalancados representa el valor de los flujos de caja de la empresa bajo la asunción de que se financia al 100% con recursos propios. El segundo componente del lado derecho de la Ecuación 7.4 es el valor actual de los ahorros fiscales de intereses asociados con el uso de financiación externa de la deuda por parte de la empresa. La premisa básica del enfoque APV es que financiar la deuda proporciona un beneficio fiscal a causa de la desgravación de los intereses<sup>4</sup>. Al descomponer el valor de la empresa de este modo, el analista se ve obligado a abordar explícitamente de qué manera influye la forma de financiación en el valor de la empresa.

## Valoración de GRC con la estrategia de crecimiento mediante el enfoque APV

El enfoque APV se suele implementar siguiendo un procedimiento muy similar al que utilizamos para estimar el valor de la empresa con el enfoque WACC tradicional de la Ecuación 7.1, y se describe en la Ecuación 7.4a:

$$\left( \begin{array}{c} \text{Valor de la} \\ \text{empresa} \\ \text{(enfoque APV)} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{Valor de los EFCF} \\ \text{desapalancados} \\ \text{del periodo de} \\ \text{planificación} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Valor de los ahorros} \\ \text{fiscales de intereses} \\ \text{del periodo} \\ \text{de planificación} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Valor actual del} \\ \text{valor terminal} \\ \text{estimado} \end{array} \right) \quad (7.4a)$$

Esto es, hacemos proyecciones detalladas de los flujos de caja para un periodo de planificación finito, y entonces capturamos el valor de todos los flujos de caja posteriores en un valor terminal. Desde una perspectiva práctica, la principal diferencia entre los enfoques APV y WACC tradicional es que en el APV tenemos dos corrientes de flujos de caja que valorar: los EFCF desapalancados y los ahorros fiscales de intereses.

La Figura 7.2 resume la implementación del enfoque APV en tres pasos: en primer lugar, estimamos el valor de los flujos de caja del periodo de planificación en dos componentes: los EFCF desapalancados y los ahorros fiscales de intereses derivados de la financiación con deuda externa por parte de la empresa. En segundo lugar estimamos el valor terminal o residual de la financiación con deuda de la empresa apalancada al final

<sup>4</sup>Técnicamente, el segundo término puede ser una amalgama que contenga todos los posibles efectos colaterales de las decisiones de financiación de la empresa. Además de los ahorros fiscales de intereses, la empresa también puede conseguir ventajas en la forma de financiación por debajo del mercado o bonificada. Por ejemplo, cuando una empresa o una división de negocio compran activos, no es raro que el vendedor ayude a financiar la compra con un tipo de interés del préstamo sumamente atractivo.

del periodo de planificación. Y en tercer lugar, sumamos los valores actuales de los flujos de caja del periodo de planificación y el valor terminal para estimar el valor de la empresa.

### Paso 1: estimar el valor de los flujos de caja del periodo de planificación

Los flujos de caja del periodo de planificación se componen tanto de los EFCF desapalancados como de los ahorros fiscales de intereses. Valoramos estos flujos de caja en el caso de GRC en dos cálculos separados. La Ecuación 7.5 muestra cómo valoramos los EFCF desapalancados del periodo de planificación (PP)<sup>5</sup>:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor de los EFCF} \\ \text{desapalancados del} \\ \text{periodo de planificación} \end{array} \right) = \sum_{t=1}^{PP} \frac{FFCF_t}{(1 + k_{\text{Desapalancado}})^t} \quad (7.5)$$

Al aplicar la Ecuación 7.5 a la valoración de los flujos de caja operativos en el periodo de planificación (2007-2012) para el caso de la estrategia de crecimiento resumido en la Tabla 7.4, estimamos un valor de 21.955.607 \$:

$$\begin{aligned} \left( \begin{array}{l} \text{Valor de los EFCF} \\ \text{desapalancados} \end{array} \right) &= \left( \frac{(104.715)\$}{(1 + 0,947)^1} + \frac{1.483.309\$}{(1 + 0,947)^2} + \frac{3.208.375\$}{(1 + 0,947)^3} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{7.331.446\$}{(1 + 0,947)^4} + \frac{9.364.362\$}{(1 + 0,947)^5} + \frac{12.569.912\$}{(1 + 0,947)^6} \right) = \\ &= 21.955.607\$ \end{aligned}$$

Esta valoración se basa en una estimación del coste desapalancado de los recursos propios de 9,47%. Estimamos el coste desapalancado de los recursos propios en la Figura 7.3 utilizando el procedimiento descrito en la Tabla 4.1 del Capítulo 4, donde calculábamos el WACC de la empresa, y lo usamos de nuevo en el Capítulo 5 para estimar el coste del capital de un proyecto. La beta desapalancada estimada de GRC es 0,89, que, al combinarla con el rendimiento de los bonos del Tesoro de EEUU de 5,02% y una prima de riesgo del mercado del 5%, arroja un coste desapalancado de los recursos propios de 9,47%.

A continuación calculamos el valor de los ahorros fiscales de intereses en el periodo de planificación:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor de los ahorros} \\ \text{fiscales de intereses} \\ \text{en el periodo de planificación} \end{array} \right) = \sum_{t=1}^{PP} \frac{\text{Gasto por intereses}_t \times \text{Tipo impositivo}}{(1 + r)^t} \quad (7.6)$$

donde  $r$  es el tipo de interés acreedor de la empresa. Al sustituir los ahorros fiscales de intereses de GRC con la estrategia de crecimiento (que se encuentran en la Tabla 7.4) en la

<sup>5</sup>Recuerde del Capítulo 2 que los flujos de caja disponibles de la empresa (FFCF) son iguales a los flujos de caja disponibles de los recursos propios (EFCF) en una empresa desapalancada.

**Figura 7.2 Estimar el valor de la empresa mediante el modelo de valor actual ajustado (APV)**

**Paso 1: Estimar el valor de los flujos de caja del periodo planificado**

<b>Evaluación de los flujos de caja operativos (desapalancados)</b>	
<p><b>Definición:</b> EFCF desapalancados = FFCF o EFCF</p> <p>Ingreso operativo neto</p> <p>Menos: impuestos</p> <p>NOPAT</p> <p>Más: gasto por amortización</p> <p>Menos: gastos de capital (CAPEX)</p> <p>Menos: variaciones de capital circulante neto</p> <p>Igual: EFCF desapalancado = FFCF</p>	<p><b>Fórmula:</b></p> $\left( \begin{array}{l} \text{Valor de los EFCF} \\ \text{desapalancados del} \\ \text{periodo de planificación} \end{array} \right) = \sum_{t=1}^{PP} \frac{FFCF_t}{(1+k_{\text{Desapalancado}})^t}$ <p><math>FFCF_t</math> = flujo de caja disponible de la empresa (igual al EFCF en una empresa desapalancada)</p> <p><math>k_{\text{Desapalancado}}</math> = tasa de descuento de los flujos de caja del proyecto (recursos propios desapalancados)</p> <p><math>PP</math> = periodo de planificación</p>

**Evaluación de los ahorros fiscales de intereses**

<p><b>Definición:</b> ahorros fiscales de intereses</p> <p>Ahorro de intereses fiscales en el año <math>t</math> = gasto por intereses en el año <math>t \times</math> tipo impositivo</p>	<p><b>Fórmula:</b></p> $\left( \begin{array}{l} \text{Valor de los ahorros} \\ \text{fiscales de intereses} \end{array} \right) = \sum_{t=1}^{PP} \frac{\text{Gasto por intereses}_t \times \text{Tipo impositivo}}{(1+r)^t}$ <p><math>PP</math> = periodo de planificación</p> <p><math>r</math> = tipo de interés de la deuda de la empresa</p>
--	---

**Paso 2: Estimar el valor de la empresa apalancada al final del periodo de planificación (i. e., el valor terminal)**

<b>Evaluación del valor terminal</b>	
<p><b>Definición:</b> el valor terminal de una empresa es igual al valor de la empresa apalancada al final del periodo de planificación.</p> <p><b>Asunciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tras el periodo de planificación la empresa mantiene una proporción constante, <math>L</math>, de deuda en su estructura de capital.</li> <li>■ Los flujos de caja de la empresa crecen a una tasa constante <math>g</math>, que es inferior al WACC de la empresa, de forma perpetua.</li> </ul>	<p><b>Fórmula:</b></p> $\left( \begin{array}{l} \text{Valor terminal de} \\ \text{la empresa apalancada} \end{array} \right)_{PP} = \frac{FFCF_{PP}(1+g)}{k_{WACC} - g}$ <p><math>FFCF_{PP}</math> = flujos de caja disponibles de la empresa al final del periodo de planificación</p> <p><math>k_{WACC}</math> = coste medio ponderado del capital</p> <p><math>g</math> = tasa perpetua de crecimiento del FFCF después del periodo de planificación</p>

**Paso 3: Sumar los valores estimados de los flujos de caja del periodo de planificación y el periodo terminal**

<p><b>Modelo APV de la empresa</b></p> $\left( \begin{array}{l} \text{Modelo APV de la} \\ \text{empresa} \end{array} \right) = \left[ \sum_{t=1}^{PP} \frac{FFCF_t}{(1+k_{\text{Desapalancado}})^t} + \sum_{t=1}^{PP} \frac{\text{Gasto por intereses}_t \times \text{Tipo impositivo}}{(1+r)^t} \right] + \left[ \frac{FFCF_{PP}(1+g)}{k_{WACC} - g} \left( \frac{1}{1+k_{\text{Desapalancado}}} \right)^{PP} \right]$	<p><b>Paso 1: valor de los flujos de caja del periodo de planificación</b></p> <p style="text-align: right;"><b>Paso 2: valor terminal</b></p>
--	--

Ecuación 7.6 obtenemos una estimación del valor de sus ahorros fiscales de intereses en el periodo de planificación de 3.307.031 \$.

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor de los ahorros} \\ \text{fiscales de intereses} \\ \text{en el periodo de planificación} \end{array} \right) = \left( \frac{650.000\$}{(1+0,065)^1} + \frac{694.742\$}{(1+0,065)^2} + \frac{721.884\$}{(1+0,065)^3} + \frac{729.061\$}{(1+0,065)^4} + \frac{684.432\$}{(1+0,065)^5} + \frac{613.272\$}{(1+0,065)^6} \right) = 3.307.031\$$$

El valor combinado de los flujos de caja operativos y los ahorros fiscales de intereses en el periodo de planificación con la estrategia de crecimiento, entonces, es 25.262.638 \$ = 21.955.607 \$ + 3.307.031 \$.

#### Paso 2: estimar el valor terminal de GRC

El cálculo del valor terminal con el enfoque APV es idéntico al cálculo que hicimos en el análisis WACC. Como mencionamos anteriormente, a la fecha terminal se asume que los flujos de caja de GRC crecen a una tasa constante del 2% anual, y su estructura de capital revierte a una combinación fija de deuda y recursos propios que mantiene la ratio deuda/valor en un 40%. Por tanto, podemos utilizar el modelo de crecimiento de Gordon para estimar el valor terminal de la empresa apalancada al final del periodo de planificación:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor terminal de} \\ \text{la empresa apalancada} \end{array} \right)_{PP} = \frac{FFCF_{PP}(1+g)}{k_{WACC} - g} \quad (7.7)$$

El  $FFCF_{PP}$  de GRC en 2012 (que es el final del periodo de planificación) es igual a 12.569.912 \$ (véase Tabla 7.4), y se espera que este  $FFCF$  crezca a una tasa  $g$  del 2% perpe-

**Tabla 7.4 Flujos de caja operativos y financieros de GRC en el periodo de planificación**

<b>Panel a. EFCF desapalancados (iguales a FFCF)</b>						
<b>(Dólares)</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Estrategia <i>statu quo</i>	3.538.887	4.411.143	5.318.289	6.261.721	7.242.890	8.263.306
Estrategia de crecimiento	(104.715)	1.483.309	3.208.375	7.331.446	9.364.362	12.569.912
<b>Panel b. Ahorros fiscales de intereses</b>						
<b>(Dólares)</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Estrategia <i>statu quo</i>	650.000	637.462	613.420	576.985	527.216	463.116
Estrategia de crecimiento	650.000	694.742	721.884	729.061	684.432	613.272

### Figura 7.3 Proceso en tres pasos para estimar el coste desapalancado de los recursos propios de GRC

Paso 1: Identificar un conjunto de empresas que operen en la misma línea de negocio que GRC. Para cada comparable de mercado, estimar directamente o localizar estimaciones publicadas de su beta apalancada de recursos propios,  $\beta_{\text{Apalancada}}$ , el valor en libros de la deuda que devenga intereses y la capitalización de mercado de los recursos propios de la empresa<sup>6</sup>.

GRC: Un análisis del sector químico revela cuatro empresas razonablemente parecidas a GRC. Las betas de sus recursos propios (*i. e.*, sus betas de recursos propios apalancadas) varían entre 0,88 y 1,45, y sus ratios de deuda/RRPP se mueven entre el 35% y el 80%.

Empresa comparable	Beta apalancada de los RRPP	Ratio deuda/RRPP	Beta de la deuda asumida	Beta desapalancada de los RRPP
A	1,45	0,65	0,30	1,00
B	1,40	0,60	0,30	0,99
C	0,88	0,35	0,30	0,73
D	1,25	0,80	0,30	0,83
Medias	1,25	0,60		0,89

Paso 2: Desapalancar cada una de las betas apalancadas y tomar su media para obtener una estimación de la beta desapalancada de GRC. El proceso de desapalancamiento utiliza la siguiente relación<sup>7</sup>:

$$\beta_{\text{Desapalancada}} = \frac{\beta_{\text{Apalancada}} + \left(1 - T \times \frac{r_d}{1 + r_d}\right) L \beta_{\text{Deuda}}}{1 + \left(1 - T \times \frac{r_d}{1 + r_d}\right) L} \quad (7.8)$$

donde  $\beta_{\text{Desapalancada}}$ ,  $\beta_{\text{Deuda}}$  y  $\beta_{\text{Apalancada}}$  son las betas de los recursos propios desapalancados y apalancados de la empresa, y de su deuda. El coste de la deuda es  $r_d$ ,  $T$  es el tipo impositivo de la empresa, y  $L$  es la ratio deuda/RRPP.

<sup>6</sup>Normalmente, la deuda se estima empleando el valor en libros de los pasivos que devengan intereses (efectos a corto por pagar, la fracción actual de la deuda a largo de la empresa, más la deuda a largo). Aunque técnicamente deberíamos utilizar el valor de mercado de la deuda de la empresa, es habitual usar el valor en libros dado que la mayor parte de la deuda corporativa no cotiza. La capitalización de los recursos propios de la empresa se estima utilizando la cotización actual de las acciones de la empresa multiplicada por el número de acciones. Las betas se pueden obtener de varias fuentes publicadas, incluidas prácticamente todas las fuentes *on-line* de información financiera, como Yahoo Finance o MoneyCentral de Microsoft.

<sup>7</sup>Esta relación refleja los efectos del apalancamiento financiero sobre la beta de la empresa. Es una versión más general de una fórmula similar que vimos en el Capítulo 5. Se aplica en las situaciones en que la empresa tiene unos flujos de caja y unos tipos impositivos perpetuos e inciertos, su deuda corporativa tiene riesgo (*i. e.*, las betas de la deuda son positivas) y el apalancamiento financiero de la empresa (*i. e.*, la ratio  $L$  = deuda/RRPP) se revisa periódicamente para que se mantenga constante. Para ver cómo se obtiene la Ecuación 7.8, véase E. Arzac y L. Glosten, "A Reconsideration of Tax Shield Valuation", manuscrito sin publicar, 2004.



**Figura 7.3** *continúa*

GRC: Al aplicar la Ecuación 7.8 a las betas apalancadas de los recursos propios de las cuatro empresas comparadas se obtiene una beta media desapalancada de los recursos propios de 0,89.

Nótese que hemos supuesto una beta de la deuda de 0,30 para las cuatro empresas comparables y un tipo impositivo del 25%. La investigación demuestra que las betas de la deuda varían entre 0,20 y 0,40 en la práctica. Además, asumimos que el rendimiento de la deuda corporativa de cada empresa comparable es igual al tipo de interés acreedor de GRC, 6,5%. Cuando hay diferencias significativas en los *ratings* de la deuda, y en consecuencia en los tipos de interés acreedores, utilizamos tipos específicos para cada empresa en el proceso de desapalancamiento de la beta descrito en la Ecuación 7.8 anterior.

Paso 4: Sustituir la beta media desapalancada en el CAPM para estimar el coste desapalancado de los recursos propios de la empresa.

GRC: Al sustituir nuestra estimación de la beta desapalancada de los recursos propios de GRC en el CAPM, con un tipo de interés libre de riesgo del 5,02% y una prima de riesgo del mercado del 5%, obtenemos un coste estimado de los recursos propios de un 9,47% para una inversión desapalancada, *i. e.*,

$$k_{RRPP \text{ desapalancados}} = \text{Tipo libre de riesgo} + \beta_{\text{Desapalancada}} \times (\text{Prima de riesgo del mercado})$$

$$k_{RRPP \text{ desapalancados}} = 0,0502 + 0,89 \times 0,05 = 0,09472 = 9,47\%$$

tuamente; el coste medio ponderado del capital ( $k_{WACC}$ ) es del 8,8%<sup>8</sup>. Utilizando la Ecuación 7.7 estimamos el valor terminal de GRC en 2012 como sigue:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor terminal de} \\ \text{la empresa apalancada} \end{array} \right)_{2012} = \frac{12.569.912(1 + 0,02)}{0,088 - 0,02} = 188.554.340\$$$

Nos queda un último cálculo por hacer para obtener el valor terminal de GRC. Tenemos que descontar el valor terminal estimado en la Ecuación 7.8 al presente mediante el coste desapalancado de los recursos propios, *i. e.*,

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor actual del} \\ \text{valor terminal} \end{array} \right)_{2006} = \left( \frac{12.569.912(1 + 0,02)}{0,088 - 0,02} \right) \left( \frac{1}{(1 + 0,0947)^6} \right) = 131.531.641\$$$

<sup>8</sup>El coste medio ponderado del capital también puede relacionarse con el coste desapalancado de los recursos propios mediante la siguiente expresión:

$$k_{WACC} = k_{\text{Desapalancado}} - r(\text{Tipo impositivo}) \frac{L}{1 + L} \left( \frac{1 + k_{\text{Desapalancado}}}{1 + r_d} \right)$$

$$k_{WACC} = 0,0947 - 0,065 \times 0,25 \times \left( \frac{0,40}{1 + 0,40} \right) \times \left( \frac{1 + 0,0947}{1 + 0,065} \right) = 0,088 \text{ o } 8,8\%$$

donde  $L$  es la ratio deuda/RRPP de la empresa, que se asume de un 40% en el ejemplo de GRC.

Para completar la valoración de GRC mediante el método APV, ahora sumamos el valor del periodo de planificación y el valor terminal en el último paso.

Paso 3: sumar los valores del periodo de planificación y el periodo terminal

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor de la empresa} \\ \text{(enfoque APV)} \end{array} \right) = \left[ \sum_{t=1}^{PP} \frac{FFCF_t}{(1 + k_{\text{Desapalancado}})^t} + \sum_{t=1}^{PP} \frac{\text{Gasto por intereses}_t \times \text{Tipo impositivo}}{(1 + r)^t} \right]$$

**Valor de los flujos de caja del periodo de planificación**

$$+ \left[ \frac{FFCF_{PP}(1 + g)}{k_{WACC} - g} \left( \frac{1}{1 + k_{\text{Desapalancada}}} \right)^{PP} \right] \quad (7.4a)$$

**Valor de los flujos de caja del periodo terminal**

Al sustituir los dos componentes, estimamos el valor de empresa de GRC mediante el modelo APV en 134.838.672 \$, *i. e.*,

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor de la empresa} \\ \text{(enfoque APV)} \end{array} \right) = 21.955.607\$ + 3.307.031\$ + 134.798.673\$ = 134.838.672\$$$

### Calcular el valor terminal con un múltiplo del EBITDA

La aplicación anterior del enfoque APV a la estimación del valor de la empresa GRC ha utilizado el enfoque DCF para valorar tanto el periodo de planificación como el terminal (posterior al de planificación). Lo que normalmente sucede en la práctica, sin embargo, es que se utiliza un múltiplo basado en el mercado para estimar el valor de los flujos de caja del periodo terminal. La Ecuación 7.4b define el enfoque APV para valorar una empresa como la suma de los valores actuales de los flujos de caja del periodo de planificación (*i. e.*, tanto los flujos de caja desapalancados de la empresa<sup>9</sup> como los ahorros fiscales de intereses) más el valor terminal de la empresa, que se estima utilizando el múltiplo del EBITDA, *i. e.*,

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor de la empresa} \\ \text{(enfoque APV híbrido)} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{Valor de los EFCF} \\ \text{desapalancados del} \\ \text{periodo de planificación} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Valor de los ahorros} \\ \text{fiscales de intereses del} \\ \text{periodo de planificación} \end{array} \right)$$

$$+ \left( \begin{array}{l} \text{Valor actual de la estimación} \\ \text{del valor terminal} \\ \text{mediante múltiplos del EBITDA} \end{array} \right) \quad (7.4b)$$

<sup>9</sup>Recuerde del Capítulo 2 que los flujos de caja desapalancados de una empresa son simplemente los flujos de caja que la empresa obtendría si no financiase su deuda. Es más, estos flujos de caja desapalancados son los mismos que los FFCF calculados anteriormente para valorar la empresa mediante el modelo WACC tradicional. Sin embargo, en el modelo APV descontamos los FFCF utilizando el coste desapalancado de los recursos propios (*i. e.*, la tasa de descuento de los recursos propios apropiada para una empresa que no financia su deuda) y luego tenemos en cuenta los ahorros fiscales de intereses de la empresa en un cálculo de valor actual separado.

Los valores de las dos corrientes de flujos de caja de GRC con la estrategia de crecimiento se estimaron anteriormente utilizando la Tabla 7.4, y son iguales a 21.955.607 \$ para los flujos de caja operativos y 3.307.031 \$ para los ahorros fiscales de intereses. Empleando el múltiplo de seis veces el EBITDA de nuestros análisis anteriores y el EBITDA estimado para 2012 (que se encuentra en la Tabla 7.2), calculamos el flujo de caja del valor terminal de GRC como sigue:

$$\begin{aligned} \left( \begin{array}{l} \text{Valor actual de la estimación} \\ \text{del valor terminal} \end{array} \right)_{2006} &= \frac{\text{Valor terminal}_{2012}}{(1 + k_{\text{Desapalancado}})^6} = \frac{6 \times \text{EBITDA}_{2012}}{(1 + 0,0947)^6} \\ &= \frac{182.828.880 \$}{(1 + 0,0947)^6} = 106.248.753 \$ \end{aligned}$$

El EBITDA de 2012 se calcula en la Tabla 7.3 sumando los ingresos operativos netos, 21.781.465 \$, y el gasto por amortización, 8.690.015 \$, lo que arroja 30.471.480 \$. Si multiplicamos esta estimación del EBITDA por seis, obtenemos una estimación del valor terminal en 2012 de 182.828.880 \$. Tras descontar el valor terminal al momento presente mediante el coste desapalancado de los recursos propios, obtenemos un valor de 106.248.753 \$. Para completar la estimación del valor de la empresa mediante el APV híbrido, simplemente sustituimos nuestras estimaciones de los valores de los flujos de caja en la Ecuación 7.4b, como sigue:

$$\begin{aligned} \left( \begin{array}{l} \text{Valor de la empresa} \\ \text{(enfoque APV híbrido)} \end{array} \right) &= 21.955.607 \$ + 3.307.031 \$ + 106.248.753 \$ = \\ &= 131.511.391 \$ \end{aligned}$$

Este valor es ligeramente inferior a nuestra estimación anterior porque en este caso el múltiplo del EBITDA proporcionaba una estimación más conservadora del valor terminal de GRC.

La Tabla 7.5 resume las estimaciones APV del valor de la empresa con las estrategias *statu quo* y de crecimiento mediante los dos métodos de estimación del valor terminal.

## Comparación de las estimaciones WACC y APV del valor de GRC

La Tabla 7.6 combina nuestras estimaciones del valor de la empresa GRC utilizando tanto el enfoque WACC tradicional como el enfoque APV. Aunque las estimaciones no son exactamente iguales, son bastante parecidas. En todos los casos, la adquisición de GRC a un precio de 100 M\$ parece una buena inversión, y la estrategia de crecimiento claramente domina sobre la estrategia *statu quo*.

En esta aplicación concreta de los enfoques de valoración WACC y APV, los resultados a todos los efectos prácticos son iguales. Hay casos, no obstante, en que los efectos en la estructura de capital provocados por cambios muy dramáticos en la financiación de la deuda durante la vida de la inversión pueden llevar a diferencias significativas en los resultados de los dos enfoques de valoración, y en estos casos el enfoque APV tiene una ventaja clara, puesto que se acomoda más fácilmente a los efectos de una estructura cambiante de capital.

**Tabla 7.5** Resumen de la valoración APV de GRC con las estrategias *statu quo* y de crecimiento

<b>Panel a. Estrategia <i>statu quo</i></b>			
<i>Estimación APV del valor de la empresa</i>			
<b>Valores actuales</b>			
<b>(Dólares)</b>	<b>Cálculo APV de los flujos de caja del periodo de planificación</b>	<b>Estimaciones DCF de los valores terminales</b>	<b>Total</b>
EFCF desapalancados	24.738.517	72.033.945	96.772.462
Ahorros fiscales de intereses	2.830.870	—	2.830.870
<b>Total</b>	<b>27.569.388</b>	<b>72.033.945</b>	<b>99.603.332</b>
<i>Estimación APV híbrida del valor de la empresa</i>			
<b>Valores actuales</b>			
<b>(Dólares)</b>	<b>Cálculo APV de los flujos de caja del periodo de planificación</b>	<b>Múltiplo del EBITDA del valor terminal</b>	<b>Total</b>
EFCF desapalancados	24.738.517	73.060.734	97.799.251
Ahorros fiscales de intereses	2.830.870	—	2.830.870
<b>Total</b>	<b>27.569.388</b>	<b>73.060.734</b>	<b>100.630.121</b>
<b>Panel b. Estrategia de crecimiento</b>			
<i>Estimación APV del valor de la empresa</i>			
<b>Valores actuales</b>			
<b>(Dólares)</b>	<b>Cálculo APV de los flujos de caja del periodo de planificación</b>	<b>Estimaciones DCF de los valores terminales</b>	<b>Total</b>
EFCF desapalancados	21.955.607	109.576.035	131.531.641
Ahorros fiscales de intereses	3.307.031	—	3.307.031
<b>Total</b>	<b>25.262.638</b>	<b>109.576.035</b>	<b>134.838.671</b>
<i>Estimaciones APV híbrida del valor de la empresa</i>			
<b>Valores actuales</b>			
<b>(Dólares)</b>	<b>Cálculo APV de los flujos de caja del periodo de planificación</b>	<b>Múltiplo del EBITDA del valor terminal</b>	<b>Total</b>
EFCF desapalancados	21.955.607	106.248.753	128.204.360
Ahorros fiscales de intereses	3.307.031	—	3.307.031
<b>Total</b>	<b>25.262.638</b>	<b>106.248.753</b>	<b>131.511.391</b>

**Tabla 7.6** Resumen de las estimaciones WACC y APV del valor de GRC realizadas por GRC

<b>Estrategia <i>statu quo</i></b>	<b>WACC tradicional</b>	<b>APV</b>
Estimación DCF del valor terminal	100.038.943 \$	99.603.333 \$
Estimación mediante múltiplo del EBITDA del valor terminal	101.104.149	100.630.121
<b>Estrategia de crecimiento</b>	<b>Traditional WACC</b>	<b>APV</b>
Estimación DCF del valor terminal	136.276.460 \$	134.838.672 \$
Estimación mediante múltiplo del EBITDA del valor terminal	132.824.689	131.511.391

**Leyenda**

La **estrategia *statu quo*** representa un conjunto de estimaciones del flujo de caja que corresponde a la forma actual de funcionar de la compañía.

La **estrategia de crecimiento** representa las estimaciones del flujo de caja que reflejan la implementación de un plan explícito para expandir el negocio haciendo inversiones adicionales en bienes de capital y cambiando la forma actual de funcionamiento de la compañía.

La **estimación DCF del valor terminal** se basa en el modelo de crecimiento de Gordon, en el que se espera que los flujos de caja crezcan a una tasa constante del 2% anual, indefinidamente.

La **estimación mediante múltiplo del EBITDA del valor terminal** se basa en múltiplo de seis veces el EBITDA estimado para 2012 (el final del periodo de planificación).

El múltiplo del EBITDA empleado en la valoración de GRC arrojó resultados muy similares a la estimación DCF, y ello es puramente una consecuencia de las decisiones concretas que se tomaron al realizar esta valoración. Debido a la importancia del valor terminal para la estimación global del valor de la empresa, recomendamos que se utilicen ambos enfoques y que, al seleccionar un múltiplo del EBITDA, se preste mucha atención a las transacciones recientes de empresas especialmente comparables. La ventaja del múltiplo del EBITDA en este contexto es que vincula el análisis de flujos de caja más distantes con una transacción reciente del mercado. Sin embargo, la estimación mediante un múltiplo del EBITDA del valor terminal debería compararse con una estimación DCF que utilice las estimaciones de tasas de crecimiento que un analista considere razonables, como prueba de verosimilitud de la estimación del valor terminal basada en múltiplos.

### Un breve resumen de los enfoques de valoración WACC y APV

La tabla siguiente contiene un resumen de las características más relevantes de los enfoques WACC tradicional y APV. Como hemos comentado, el método WACC tradicional es el enfoque que se utiliza en la práctica. Sin embargo, cuando es probable que la estructura de capital de la empresa que estamos valorando cambie a lo largo del tiempo, el APV es el enfoque preferido.

	<b>Método del valor actual ajustado (APV)</b>	<b>Método WACC tradicional</b>
<b>Objeto de análisis</b>	Valor de la empresa, como suma de: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Los EFCF desapalancados y</li> <li>■ Los efectos secundarios de la financiación.</li> </ul>	El valor de la empresa es igual al valor actual de los flujos de caja del capital de la empresa descontados utilizando el WACC después de impuestos.
<b>Cálculo del flujo de caja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EFCF desapalancados (<i>i. e.</i>, FFCF) y</li> <li>■ Ahorros fiscales de intereses.</li> </ul>	FFCF.
<b>Tasas de descuento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EFCF desapalancados: coste de los RRPP de la empresa desapalancadas, y</li> <li>■ Ahorros fiscales de intereses: el YTM de la deuda de la empresa.</li> </ul>	WACC después de impuestos.
<b>Cómo se tratan los efectos sobre la estructura de capital: tasas de descuento, flujos de caja o ambos</b>	Flujos de caja: la estructura de capital afecta solo al valor actual de los ahorros fiscales de intereses. El valor de la empresa desapalancada no se ve afectado por el uso de financiación externa de la empresa.	Tasa de descuento: la combinación de deuda y RRPP en la estructura de capital de la empresa afecta al WACC. Sin embargo, esta combinación se asume constante durante la vida de la inversión.
<b>Cuestiones técnicas: ecuaciones</b>		
<b>Métodos de valoración</b>	<p>Valor de la empresa</p> $\left( \begin{array}{l} \text{Valor de} \\ \text{la empresa} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{Valor de la empresa} \\ \text{desapalancada} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Valor de los ahorros} \\ \text{fiscales de intereses} \end{array} \right)$ $= \sum_{t=1}^{\infty} \frac{EFCF_t^{\text{Desapalancado}}}{(1 + k_{\text{Desapalancado}})^t} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\text{Interés} \times \text{Tipo impositivo}}{(1 + k_{\text{Deuda}})^t}$ <p>donde:</p> <p><math>EFCF_t^{\text{Desapalancado}}</math> = EFCF de la empresa desapalancada (igual a FFCF<sub>t</sub>).</p> <p><math>k_{\text{Desapalancado}}</math> = Coste de los RRPP de la empresa desapalancada</p>	<p>Valor de la empresa</p> $\left( \begin{array}{l} \text{Valor de} \\ \text{la empresa} \end{array} \right) = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{FFCF_t}{(1 + k_{\text{WACC}})^t}$ <p>donde:</p> <p><math>FFCF_t</math> = FFCF del año <math>t</math></p> <p><math>k_{\text{WACC}}</math> = el WACC de la empresa</p>
<b>Manual del usuario</b>		
<b>Cómo elegir el modelo correcto</b>	Aunque no es tan popular como el método WACC tradicional, este enfoque está ganando apoyos y es particularmente atractivo al valorar transacciones muy apalancadas, como las LBO, en las que la estructura de capital no es estacionaria en el tiempo.	Es la metodología más extendida para valorar proyectos de inversión individuales (presupuestación de capital) y empresas completas. Dado que la tasa de descuento (el WACC) asume pesos constantes para la deuda y los RRPP, este método no es apropiado para situaciones en las que se prevén cambios dramáticos en la estructura de capital (por ejemplo, LBO).

## Estimar el valor de la financiación bonificada

En nuestro ejemplo anterior, la financiación afecta al valor de la empresa solo a través de su efecto en los ahorros fiscales de intereses. Sin embargo, no es raro que el vendedor de un negocio ofrezca un incentivo al comprar en la forma de una financiación de la deuda a un tipo de interés por debajo del mercado. Para ilustrar cómo podríamos analizar el valor de la financiación por debajo del mercado, consideremos el préstamo de 40 M\$ resumido en la Tabla 7.7. Aunque el tipo de interés actual en el mercado para un préstamo de estas características es del 6,5%, el préstamo tiene un tipo del 5%, lo que implica un 1,5% de reducción. El préstamo requiere que la empresa pague solo intereses, y el principal se devuelve al vencimiento. En consecuencia, los pagos requeridos consisten en 2 M\$ al año en pagos de intereses durante los próximos cinco años, y, en el quinto año (cuando vence el préstamo), todo el principal de 40 M\$.

Para valorar la bonificación asociada con la financiación a tipos por debajo del mercado, calculamos que el valor actual de los pagos, utilizando el tipo de interés actual del mercado, es de solo 37.506.592 \$, ¡lo que indica que el financiador bonifica al prestatario con 2.493.407 \$! En esencia, el vendedor ha reducido el precio de venta de la empresa o del activo en dos millones y medio de dólares como incentivo para el comprador.

## 7.4. RESUMEN

Utilizar el análisis DCF para valorar una empresa es una extensión inmediata de su uso en la valoración de proyectos. La complejidad añadida de la valoración de empresas viene en gran medida del hecho de que el horizonte temporal de los flujos de caja de una empresa es indefinido, mientras que los flujos de caja de los proyectos normalmente son finitos. En la mayor

**Tabla 7.7 El valor de la financiación bonificada**

<b>Sean:</b>					
Importe del préstamo	40.000.000 \$				
Tipo de interés actual del mercado	6,5%				
Coste de la deuda (bonificada)	5,0%				
Duración del préstamo	5 años				
Tipo de préstamo	A vencimiento				
<b>(Dólares)</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Pagos de intereses	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
Pagos de principal					40.000.000
Total	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	42.000.000
<b>Evaluación del préstamo bonificado:</b>					
Efectivo recibido	40.000.000 \$				
Valor actual de los pagos	37.506.592 \$				
Valor de la bonificación del préstamo	2.493.407 \$				

parte de los casos, los analistas resuelven este problema estimando el valor de los flujos de caja en el llamado “periodo de planificación” mediante el análisis DCF estándar, y luego utilizan el método de los comparables o múltiplos (como se describió en el Capítulo 6) para calcular el llamado “valor terminal” de la inversión. En la mayor parte de los casos, se descuentan las estimaciones de los flujos de caja del periodo de planificación y del valor terminal utilizando el WACC de la inversión.

Como hemos señalado, el enfoque WACC que describimos en la primera mitad de este capítulo está muy extendido en el sector para valorar negocios. Sin embargo, hay que enfatizar que este enfoque conlleva varias asunciones implícitas, que en muchos casos pueden ser difíciles de justificar. En concreto, el análisis asume que los riesgos de los flujos de caja no varían con el tiempo y que la estructura financiera de la empresa no cambia. Por esta razón, una vez más queremos subrayar la advertencia de que las herramientas que presentamos aquí son imperfectas y deben utilizarse para prestar apoyo a la dirección, y no como sustitutas de su juicio experto.

La segunda mitad de este capítulo contempla la situación en la que la ratio de endeudamiento de los negocios adquiridos varía con el tiempo. Cuando este es el caso, el enfoque APV supone una mejora sobre el WACC. Aunque los profesionales no utilizan a menudo este enfoque, esperamos que con el tiempo se haga más popular.

## PROBLEMAS

7.1. VALORACIÓN DE EMPRESAS: MODELO WACC TRADICIONAL. Canton Corporation es una empresa no cotizada que se dedica a la producción y venta de productos químicos industriales, fundamentalmente en Norteamérica. La línea principal de productos de la empresa consiste en disolventes orgánicos y componentes intermedios de productos farmacéuticos, agrícolas y químicos. La dirección de Canton ha estado considerando recientemente la posibilidad de sacar la compañía a bolsa y le ha pedido al banquero de inversión de la empresa que realice algunos análisis preliminares del valor de los recursos propios de la empresa.

Para respaldar sus análisis, el banquero de inversión ha preparado unos estados financieros *pro forma* para los cuatro próximos años bajo la hipótesis (simplificada) de que las ventas de la empresa son planas (*i. e.*, tienen una tasa de crecimiento de cero), el tipo impositivo de la empresa es del 30% y los gastos de capital son iguales a los gastos estimados de amortización. Además de la información financiera de Canton, el banquero de inversión ha reunido la siguiente información sobre las tasas de rendimiento actuales en el mercado de capitales.

### Datos financieros de Canton Corporation

	Balances <i>pro forma</i> (miles de dólares)				
	0	1	2	3	4
Activo circulante	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Propiedades, instalaciones y equipo	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Total	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000
Cuentas por pagar	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Deuda a largo plazo	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Recursos propios	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Total	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000



	<b>Cuentas de resultados <i>pro forma</i> (miles de dólares)</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Ventas	100.000	100.000	100.000	100.000
Coste de bienes vendidos	(40.000)	(40.000)	(40.000)	(40.000)
Beneficio bruto	60.000	60.000	60.000	60.000
Gastos operativos (excluyendo amortización)	(30.000)	(30.000)	(30.000)	(30.000)
Gastos por amortización	(8.000)	(8.000)	(8.000)	(8.000)
EBIT	22.000	22.000	22.000	22.000
Menos: gastos por intereses	(2.000)	(2.000)	(2.000)	(2.000)
Beneficio antes de impuestos	20.000	20.000	20.000	20.000
Menos: impuestos	(6.000)	(6.000)	(6.000)	(6.000)
Ingreso neto	14.000	14.000	14.000	14.000

- El tipo de interés actual de los bonos del Tesoro a 10 años es del 7%, y la prima de riesgo del mercado se estima en un 5%.
- La deuda de Canton actualmente paga unos intereses del 8%, y este es también el tipo que la empresa tendría que pagar por cualquier deuda futura.
- Utilizando empresas cotizadas como aproximaciones, la beta estimada de los recursos propios de Canton es 1,60.
  - a. ¿Cuál es el coste de los recursos propios de Canton? ¿Cuál es el coste de la deuda después de impuestos de la empresa?
  - b. Calcule los EFCF de Canton para cada uno de los próximos cuatro años. Suponiendo que los EFCF son constantes y perpetuos desde el año 5 en adelante, estime el valor de los recursos propios de Canton. (Pista: el valor de los recursos propios es igual al valor actual de los EFCF descontado al coste apalancado de los recursos propios). Si el tipo de interés de la deuda de Canton es del 8%, ¿cuál es el valor de mercado actual de la deuda de la empresa? ¿Cuál es el valor de empresa de Canton? (Pista: el valor de empresa se puede estimar como la suma de los valores estimados de la deuda de la empresa que devenga intereses y de los recursos propios).
  - c. Utilizando los valores de mercado de la deuda y los recursos propios de Canton estimados en el apartado b, calcule el WACC después de impuestos de la empresa. Pista:

$$k_{WACC} = \text{Coste de la deuda}(1 - \text{Tipo impositivo}) \left( \frac{\text{Valor de la deuda}}{\text{Valor de la empresa}} \right) + \left( \frac{\text{Coste apalancado de los RRPP}}{\text{los RRPP}} \right) \left( \frac{\text{Valor de los RRPP}}{\text{Valor de la empresa}} \right)$$

- d. ¿Cuáles son los FFCF de Canton de los años 1 a 4?

**Datos financieros de Big Boy Flea Market (dólares)**

<b>Cuenta de resultados</b>	<b>Año base</b>		<b>Proyección</b>			
	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Ventas	3.417.500,00	3.700.625,00	3.983.750,00	4.266.875,00	4.550.000,00	4.833.125,00
Amortización		48.190,60	50.118,22	52.122,95	54.207,87	56.376,19
Coste de bienes vendidos		1.402.798,69	1.496.881,13	1.590.963,56	1.685.046,00	1.779.128,44
Otros gastos operativos		1.078.447,38	1.109.874,25	1.141.301,13	1.172.728,00	1.204.154,88
EBIT		1.171.188,34	1.326.876,40	1.482.487,36	1.638.018,13	1.793.465,50
Intereses		5.110,00	5.110,00	5.110,00	5.110,00	5.860,00
Beneficio antes de impuestos		1.166.078,34	1.321.766,40	1.477.377,36	1.632.908,13	1.787.605,50
Impuestos		291.519,58	330.441,60	369.344,34	408.227,03	446.901,38
Ingresos netos		874.558,75	991.324,80	1.108.033,02	1.224.681,10	1.340.704,13
Dividendos de acciones preferentes		—	—	—	—	—
Ingresos netos de acciones ordinarias		874.558,75	991.324,80	1.108.033,02	1.224.681,10	1.340.704,13
Dividendos de acciones ordinarias		874.558,75	991.324,80	1.108.033,02	1.224.681,10	1.340.704,13
Ingresos por beneficios retenidos		—	—	—	—	—
	<b>Año base</b>	<b>Proyección</b>				
<b>Balance</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Activo circulante	170.630,00	185.031,25	199.187,50	213.343,75	227.500,00	241.656,25
Activos fijos brutos	1.204.765,00	1.252.955,60	1.303.073,82	1.355.196,78	1.409.404,65	1.540.780,83
Amortización acumulada	(734.750,00)	(782.940,60)	(833.058,82)	(885.181,78)	(939.389,65)	(995.765,83)
Activos fijos netos	470.015,00	470.015,00	470.015,00	470.015,00	470.015,00	545.015,00
Total activo	640.645,00	655.046,25	669.202,50	683.358,75	697.515,00	786.671,25
Pasivo circulante	129.645,00	144.046,25	158.202,50	172.358,75	186.515,00	200.671,25
Deuda a largo plazo	51.100,00	51.100,00	51.100,00	51.100,00	51.100,00	58.600,00
Acciones preferentes	—	—	—	—	—	—
Acciones ordinarias	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	68.500,00
Beneficios retenidos	458.900,00	458.900,00	458.900,00	458.900,00	458.900,00	458.900,00
Total recursos propios ordinarios	459.900,00	459.900,00	459.900,00	459.900,00	459.900,00	527.400,00
Total pasivo y recursos propios	640.645,00	655.046,25	669.202,50	683.358,75	697.515,00	786.671,25

- e. Estime el valor de empresa de Canton mediante el modelo WACC tradicional basándose en sus respuestas anteriores y suponiendo que los FFCF después del año 4 son perpetuamente constantes e iguales al FFCF del año 4. ¿Cómo es su estimación actual comparada con la que hizo antes sumando los valores de la deuda y los recursos propios de la empresa?
- f. Basándose en su estimación del valor de la empresa, ¿cuál es el valor por acción de la empresa si esta tiene dos millones de acciones? (Recuerde que sus cálculos hasta este momento han sido en miles de dólares).

7.2. VALORACIÓN WACC TRADICIONAL. El propietario de Big Boy Flea Market (BBFM), Lewis Redding, falleció el 30 de diciembre de 2006. Su participación del 100% en BBFM pasó a formar parte de sus propiedades, sobre las cuales los herederos tienen que pagar impuestos de sucesión. Hacienda ha contratado a un experto en valoración que ha emitido un informe que sostiene que el negocio valía aproximadamente 20 M\$ cuando el señor Redding murió. Los herederos creen que la valoración de Hacienda es demasiado elevada y le han contratado para hacer un análisis independiente con la esperanza de que apoye su posición.

- a. Estime los FFCF de 2007-2011 si el tipo impositivo de la empresa es del 25%, los gastos de capital se asumen iguales al gasto por amortización y no hay variaciones en el capital circulante neto durante el periodo.
- b. Valore BBFM mediante el modelo WACC tradicional y con la siguiente información:
  - i. El coste de los recursos propios de BBFM se estima en un 20% y el coste de su deuda es del 10%.
  - ii. La dirección de BBFM tiene como objetivo una ratio de deuda a largo plazo del 10% del valor de la empresa.
  - iii. Después de 2011, la tasa de crecimiento a largo plazo del FFCF es del 5% anual.

7.3. VALORACIÓN DE EMPRESAS: MODELO APV. Este problema utiliza la información del Problema 7.1 sobre Canton Corporation para estimar el valor de la empresa con el modelo APV.

- a. ¿Cuál es el coste desapalancado de los recursos propios de la empresa?
- b. ¿Cuáles son los EFCF desapalancados de Canton de los años 1 a 4? (Pista: los EFCF desapalancados son lo mismo que los FFCF).
- c. ¿Cuáles son los ahorros fiscales de intereses de Canton de los años 1 a 4?
- d. Suponiendo que los flujos de caja futuros provenientes de sus operaciones (*i. e.*, sus FFCF) y sus ahorros fiscales de intereses son constantes desde el año 5 en adelante e iguales a su valor en el año 4 ¿en cuánto estima el valor de empresa de Canton Corporation?
- e. Basándose en su estimación del valor de empresa, ¿cuál es el valor por acción de la empresa si tiene dos millones de acciones? (Recuerde que hasta este momento ha realizado sus cálculos en miles de dólares).

7.4. VALORACIÓN APV. La siguiente información proporciona la base para realizar una aplicación inmediata del modelo APV:

**Asunciones**

Coste desapalancado de los recursos propios	12%
Tipo de interés acreedor	8%
Tipo impositivo	30%
Deuda actual pendiente	200,00 \$

	<b>Años</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 y siguientes</b>
FFCF	100,00 \$	120,00 \$	180,00 \$	200,00 \$
Deuda que devenga intereses	200,00 \$	150,00 \$	100,00 \$	50,00 \$
Gasto por intereses	16,00 \$	12,00 \$	8,00 \$	4,00 \$
Ahorros fiscales de intereses	4,80 \$	3,60 \$	2,40 \$	1,20 \$

**Leyenda**

*Coste desapalancado de los recursos propios:* la tasa de rendimiento exigida por los accionistas de la compañía, considerando que la empresa se ha financiado solo con recursos propios.

*Tipo de interés acreedor:* el tipo de interés que la empresa paga por su deuda. También suponemos que este tipo de interés es igual al coste actual de pedir fondos prestados o el tipo de interés actual del mercado.

*Tipo impositivo:* la tasa de impuestos sobre los beneficios. Suponemos que esta tasa de impuestos es constante para todos los niveles de ingresos.

*Deuda actual pendiente:* total de deuda que devenga intereses en el momento de la valoración.

*FFCF:* NOPAT más amortización (y otros gastos no dinerarios), menos nuevas inversiones en capital circulante neto, menos gastos de capital (CAPEX), del periodo. Este es el flujo de caja disponible para la empresa desapalancada, dado que no se consideran intereses ni principal en este cálculo.

*Deuda que devenga intereses:* deuda pendiente al comienzo del periodo, que lleva un coste financiero explícito.

*Gasto por intereses:* deuda que devenga intereses en el periodo multiplicada por el tipo de interés contractual que la empresa está obligada a pagar.

*Ahorros fiscales de intereses:* gasto por intereses del periodo multiplicado por el tipo impositivo de la empresa.

- a. ¿Cuál es el valor de la empresa desapalancada, suponiendo que sus FFCF en los años 5 y siguientes son iguales al FFCF del año 4?
- b. ¿Cuál es el valor de los ahorros fiscales de intereses, suponiendo que se mantienen constantes desde el año 4 en adelante?
- c. ¿Cuál es el valor de la empresa apalancada?
- d. ¿Cuál es el valor de los recursos propios de la empresa apalancada (suponiendo que la deuda de la empresa es igual a su valor en libros)?

7.5. VALORACIÓN APV. Clarion Manufacturing Company es una sociedad anónima que se dedica a la fabricación de muebles para viviendas y oficinas. La cuenta de resultados y el balance más recientes de la empresa se muestran a continuación (en miles de dólares):

**Cuenta de resultados**

Ventas	16.000
Coste de bienes vendidos	<u>(9.000)</u>
Beneficio bruto	7.000
Gastos de venta y administrativos	<u>(2.000)</u>
Ingresos operativos	5.000
Gasto por intereses	<u>(720)</u>
Beneficio antes de impuestos	4.280
Impuestos	<u>(1.284)</u>
Ingresos netos	<u><u>2.996</u></u>

**Balance**

Activo circulante	5.000	Pasivo <sup>10</sup>	7.000
Activo fijo	<u>9.000</u>	Recursos propios	<u>7.000</u>
	<u><u>14.000</u></u>		<u><u>14.000</u></u>

- a. Si los beneficios operativos futuros de Clarion son planos (*i. e.*, crecimiento cero), y prevé hacer gastos de capital iguales a su gasto por amortización y ningún incremento en el capital circulante neto de la empresa, ¿cuál es el valor de la empresa según el modelo APV? Para responder a esta pregunta, puede asumir lo siguiente: el tipo de interés acreedor de la empresa es el mismo 9% que paga actualmente por su deuda; todos los pasivos de la empresa devengan intereses; el coste desapalancado de los recursos propios de la empresa es del 12%; y el tipo impositivo de la empresa es del 30%.
- b. ¿Cuál es el valor de los recursos propios de Clarion (*i. e.*, sus recursos propios apalancados) en las circunstancias antes descritas?
- c. ¿Cuál es el WACC de Clarion, dadas sus respuestas a los apartados a y b?
- d. Basándose en sus respuestas a las preguntas anteriores, ¿cuál es el coste apalancado de los recursos propios de Clarion<sup>11</sup>?
- e. Si el tipo libre de riesgo es del 5,25% y la prima de riesgo del mercado es del 7%, ¿cuál es la beta apalancada de Clarion? ¿Y su beta desapalancada?

7.6. ANÁLISIS DEL VALOR TERMINAL. El valor terminal se refiere a la valoración asociada al final del periodo de planificación y refleja el valor de todos los flujos de caja subsiguientes. Estime el valor a fecha de hoy para cada uno de los siguientes conjuntos de proyecciones de flujos de caja futuros:

- a. Claymore Mining Company prevé ganar unos FFCF de 4 M\$ al año durante los próximos cinco años. Además, a partir del año 6, la empresa ingresará unos WACC de 5 M\$ al año indefinidamente. Si el coste de capital de Claymore es del 10%, ¿cuál es el valor de los flujos de caja futuros de la empresa?

<sup>10</sup>Se asume que todos los pasivos devengan intereses.

<sup>11</sup>El coste apalancado de los recursos propios de una empresa representa la tasa de rendimiento que los inversores exigen para invertir en los recursos propios ordinarios de una empresa, dado el apalancamiento financiero actual de una empresa.

- b.** Shameless Commerce, Inc. no tiene deuda pendiente y está siendo valorada como una posible adquisición. Los FFCF proyectados de Shameless de los próximos cinco años son de 1M\$ al año y, a partir del año 6, se espera que los flujos de caja empiecen a crecer a la tasa de inflación prevista, que es actualmente del 3% anual. Si el coste del capital de Shameless es del 10%, ¿en cuánto estima el valor actual de sus FFCF?
- c.** La dirección de Dustin Electric, Inc. está a punto de comprar la empresa a su fundador por 15 M\$ en efectivo. El precio de compra se financiará con 10 M\$ en notas que se repagarán en cuotas de 2 M\$ durante los próximos cinco años. Al final de este periodo de cinco años, la empresa no tendrá deuda pendiente. Se espera que los FFCF sean de 3 M\$ al año durante los próximos cinco años. A partir del año 6, se espera que los FFCF crezcan a una tasa del 2% anual indefinidamente. Si el coste desapalancado de los recursos propios de Dustin es aproximadamente del 15% y el tipo de interés que la empresa paga por la deuda es del 10% (antes de impuestos, que son de un 30%), ¿en cuánto estima el valor de la empresa?

7.7. VALORACIÓN DE EMPRESAS: WACC TRADICIONAL FRENTE A APV. Responda a las siguientes preguntas sobre Canton Corporation (descrito en el Problema 7.1), sabiendo que los ingresos de la empresa crecen a una tasa del 10% anual entre los años 1 y 4 y que luego pasan a un crecimiento de 0% desde el año 5 en adelante. Puede suponer que Canton mantiene el mismo importe de deuda a largo plazo y de recursos propios para financiar sus necesidades crecientes de capital invertido. Suponga también que el coste de los recursos propios desapalancados en este caso es del 13,84% y el coste de los recursos propios apalancados es del 15,28%. El coste de la deuda sigue siendo un 8%. El tipo impositivo de la empresa es del 30%.

- a.** Calcule el valor de la empresa con el método APV.
- b.** A partir del apartado a, calcule el valor de los recursos propios restando el valor de la deuda del valor de la empresa. Utilice estos valores de mercado como pesos para calcular el WACC.
- c.** Valor los FFCF utilizando el enfoque WACC.
- d.** Compare sus estimaciones del valor de la empresa con los dos modelos DCF. ¿Cuál de los dos modelos le parece más apropiado para el problema de valoración de Canton?

7.8. VALOR TERMINAL Y DURACIÓN DEL PERIODO DE PLANIFICACIÓN. Prestonwood Development Corporation ha proyectado sus flujos de caja (*i. e.*, FFCF) para el futuro indefinido con las siguientes asunciones: (1) el FFCF del año pasado fue de 1 M\$ y la empresa espera que este dato crezca a una tasa del 20% durante los próximos 8 años; (2) a partir del año 9, la empresa prevé que su FFCF crezca a una tasa del 4% indefinidamente; y (3) la empresa estima su coste del capital en un 12%. A partir de estas asunciones, los FFCF que la empresa proyecta para los próximos 20 años son los siguientes:

Año	Flujo de caja (M\$)
1	1,2000
2	1,4400
3	1,7280
4	2,0736
5	2,4883
6	2,9860
7	3,5832
8	4,2998
9	4,4718
10	4,6507
11	4,8367
12	5,0302
13	5,2314
14	5,4406
15	5,6583
16	5,8846
17	6,1200
18	6,3648
19	6,6194
20	6,8841

- a. A partir de la información dada y de una estimación del valor terminal de la empresa de 89,4939 M\$ para el año 20, ¿en cuánto estima el valor de la empresa en 2006?
- b. Si se utiliza un periodo de planificación de tres años para valorar Prestonwood, ¿cuál es el valor de los flujos de caja del periodo de planificación y el valor actual del valor terminal al final del tercer año?
- c. Responda al apartado b con periodos de planificación de 10 y 20 años. ¿Cómo cambia la importancia relativa del valor terminal a medida que se alarga el periodo de planificación?

#### 7-9 **MINICASO** VALORACIÓN APV<sup>12</sup>

Flowmaster Forge Inc. es una empresa que diseña y fabrica equipos de manipulación de gas industrial, una filial perteneciente en su totalidad a Howden Industrial Inc. Howden está interesada en vender Flowmaster a un grupo de inversión creado por el director financiero de la compañía, Gary Burton.

Burton preparó un conjunto de proyecciones financieras para Flowmaster tras su venta. En el primer año de funcionamiento, los ingresos de la empresa se estimaron en 160 M\$,

<sup>12</sup>Este problema fue redactado y propuesto por el profesor Scott Gibson, del College of William and Mary, Williamsburg, Virginia.

los gastos operativos variables y fijos (excluido el gasto por amortización) se proyectaron en 80 M\$, y el gasto por amortización se estimó en 15 M\$. Se proyectó que los ingresos y gastos crecerían a una tasa perpetua del 4% anual.

Flowmaster actualmente tiene 125 M\$ en deuda pendiente a un interés del 6%. La deuda tiene un precio igual a su valor nominal. El grupo de inversión tiene la intención de mantener la deuda pendiente después de completar la adquisición, y se espera que el nivel de deuda crezca al mismo 4% que los ingresos de la empresa.

Las cuentas de resultados proyectadas para los tres primeros años de funcionamiento de Flowmaster tras la adquisición son las siguientes (en millones de dólares):

	<b>Cuentas de resultados <i>pro forma</i></b>		
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Ingresos	160,00	166,40	173,06
Gastos	(80,00)	(83,20)	(86,53)
Amortización (nota 1)	(15,00)	(15,60)	(16,22)
EBIT	65,00	67,60	70,30
Gasto por intereses (nota 2)	(7,50)	(7,80)	(8,11)
Beneficio antes de impuestos	57,50	59,80	62,19
Impuestos (34%)	(19,55)	(20,33)	(21,15)
Ingresos netos	37,95	39,47	41,05

*Nota 1:* las propiedades, instalaciones y equipo crecen a la misma tasa que los ingresos, de modo que los gastos por amortización crecen a un 4% anual.

*Nota 2:* se asume que el nivel inicial de deuda de 125 M\$ crece con los activos de la empresa a una tasa del 4% anual.

Burton prevé implementar mejoras en la eficiencia que permitirán a Flowmaster reducir sus necesidades de capital circulante neto. Actualmente Flowmaster tiene un capital circulante neto igual al 30% de los ingresos previstos para el año 1. Burton estima que el año 1 se podrá reducir el capital circulante neto al 25% de los ingresos del año 2, y luego al 20% de los ingresos para todos los años siguientes. El capital circulante neto para los años 1 a 3 es el siguiente (en millones de dólares):

	<b>Actual</b>	<b><i>Pro Forma</i></b>		
Capital circulante neto $(t - 1)$ /ingresos $(t)$	30%	25%	20%	20%
Capital circulante neto	48,00	41,60	34,61	36,00

Para mantener el crecimiento esperado de la empresa, Burton estima que se requerirán gastos anuales de capital iguales a los gastos anuales de amortización.

Gary Burton ha estado pensando durante un tiempo si utilizar el coste del capital corporativo de Howden (de un 9%) para valorar Flowmaster, y ha concluido que debería hacerse una estimación independiente. Para hacer la estimación, recopiló la siguiente información sobre las betas y las ratios de apalancamiento de tres empresas cotizadas que se dedican a actividades muy similares a las de Flowmaster:



Compañía	Beta apalancada de los RRPP	Beta de la deuda	Ratio de apalancamiento*	Ingresos** (M\$)
Gopher Forge	1,61	0,52	0,46	400
Alpha	1,53	0,49	0,44	380
Global Diversified	0,73	0,03	0,15	9.400

\*La ratio de apalancamiento es la ratio del valor de mercado de la deuda sobre el valor de mercado de la deuda y los recursos propios.

\*\*Los ingresos son los ingresos de la empresa completa en el año fiscal más reciente.

- a. Calcule los ECFC desapalancados (*i. e.*, los FFCF) de Flowmaster de los años 1 a 3.
- b. Calcule el coste desapalancado de los recursos propios de Flowmaster. El tipo de interés libre de riesgo es del 4,5% y la prima de riesgo del mercado se estima en un 6%.
- c. Calcule el valor del negocio desapalancado de Flowmaster.
- d. ¿Cuál es el valor de los ahorros fiscales de intereses de Flowmaster, partiendo de la asunción de que los 125 M\$ de deuda siguen pendientes (*i. e.*, que el grupo de inversión asume la obligación de la deuda) y que la deuda de la empresa y en consecuencia sus intereses crecen a la misma tasa que los ingresos?
- e. ¿En cuánto estima el valor de empresa de Flowmaster a partir del análisis realizado hasta este momento? ¿Cuánto valen los recursos propios de la empresa hoy, suponiendo que los 125 M\$ de deuda siguen pendientes?
- f. En conversaciones con el banquero de inversión que ayudaba al grupo de inversión a financiar la compra, el señor Burton se enteró de que Flowmaster tenía suficiente capacidad de deuda como para emitir deuda adicional, que sería subordinada respecto a los titulares actuales de la deuda, a una tasa del 8,5%. La cantidad de deuda nueva está limitada por la necesidad de mantener una ratio de cobertura de los intereses (*i. e.*, EBITD entre gastos por intereses) de cinco a uno. Suponiendo que la deuda *senior* de Flowmaster, de 125 M\$ al 6%, sigue en pie (y crece a una tasa del 4% anual), ¿cuál es la cantidad máxima de deuda subordinada que puede emitirse para ayudar a financiar la compra de Flowmaster?
- g. Si el grupo de inversión decide emitir la deuda subordinada adicional (del apartado f), Gary Burton, el director financiero, prevé que los proveedores sin garantías otorgarán condiciones crediticias menos favorables (nótese que el importe de deuda subordinada que Flowmaster puede soportar continuará incrementándose conforme crece su EBITDA). De hecho, estimó que el decremento de las cuentas por pagar resultará en un incremento del capital circulante neto a perpetuidad en un 20% de los ingresos anuales previstos. En consecuencia, el capital circulante neto actual se incrementaría del 30% al 50% de los ingresos, es decir, desde  $0,3 \times 160 \text{ M\$} = 48 \text{ M\$}$  hasta  $0,5 \times 160 \text{ M\$} = 80 \text{ M\$}$ . De forma similar, el capital circulante neto al final del primer año aumentaría del 25% al 45% de los ingresos. Para el segundo año y los siguientes, el capital circulante se incrementará del 20% antes proyectado al 40% de los ingresos. Utilice el enfoque APV para estimar el valor de empresa de Flowmaster y determinar si debe emitirse la deuda subordinada adicional.

7-10 **MINICASO** VALORACIÓN APV<sup>13</sup>

**Contexto:** Estamos a comienzos de enero de 2007, y como director financiero de TM Toys, Inc., usted está evaluando la adquisición estratégica de Toy Co. Inc. (el “objetivo”).

**Panorama del sector:** La industria de juegos y juguetes se compone de un grupo reducido de actores globales. El sector, de 60.000 M\$ (excluyendo los videojuegos), está dominado por dos fabricantes de juguetes estadounidenses: Mattel (Barbie, Hot Wheels y Fisher-Price) y Hasbro (G. I. Joe, Tonka y Playskool). Los actores internacionales incluyen los japoneses Bandai Co. (Digimon) y Sanrio (Hello Kitty), así como el *holding* danés LEGO. El éxito en este sector depende de la capacidad para crear marcas atractivas en diferentes culturas y respaldarlas con estrategias de *marketing* acertadas. Las empresas del sector logran el éxito cuando dan con el próximo juguete estrella, el que resulta imprescindible para sus clientes (*i. e.*, el Elmo T. M. X. de Mattel, Harry Potter y la cámara secreta de LEGO, y las Bratz Dolls de MGA Entertainment). En el pasado hemos visto una vibrante actividad de fusiones, adquisiciones y consolidaciones en las marcas de este sector.

**Descripción de la compañía objetivo:** Toy Co. Inc. es propietaria de varias marcas, diseña y comercializa un amplio abanico de juguetes y otros productos. Las categorías en las que se dividen sus productos son: muñecos de acción, *kits* de artesanía, artículos de papelería, útiles de escritura, cometas, juguetes acuáticos, juguetes deportivos, vehículos, juguetes preescolares, peluches, juguetes de construcción, electrónicos, muñecas, disfraces, juegos de rol y juguetes y accesorios para mascotas. Los productos se venden bajo diferentes nombres de marca. La empresa objetivo diseña, fabrica y comercializa una amplia variedad de juguetes y productos relacionados en todo el mundo, y vende a mayoristas, a minoristas y también directamente a sus clientes. Su acción cotizaba el 31 de diciembre de 2006 a 19,49 \$.

**Ejercicio de valoración:** Su tarea consiste en estimar el valor intrínseco de los recursos propios de Toy Co. Inc. (por acción) a fecha de 31 de diciembre de 2006 utilizando el modelo

<b>Anexo P7.10.1 Estimaciones de los flujos de caja del periodo de planificación</b>					
<b>Toy Co. Inc. (datos en M\$)</b>	<b>FFCF proyectados</b>				
<b>Año fiscal</b>	<b>31/12/2007</b>	<b>31/12/2008</b>	<b>31/12/2009</b>	<b>31/12/2010</b>	<b>31/12/2011</b>
Ingreso operativo neto	733,16	757,63	783,64	799,32	815,30
Menos: impuestos	201,27	207,98	235,09	239,80	244,59
NOPAT	531,90	549,65	548,55	559,52	570,71
Más: amortización	183,58	186,21	191,80	195,64	199,55
Menos: gastos de capital	(180,00)	(212,82)	(219,20)	(223,59)	(228,06)
Variación de capital circulante	(50,37)	43,54	(27,68)	(19,82)	(20,21)
<b>Igual: FCFF</b>	<b>485,11</b>	<b>566,59</b>	<b>493,47</b>	<b>511,76</b>	<b>521,99</b>
<b>EBITDA</b>	<b>916,74</b>	<b>943,84</b>	<b>975,45</b>	<b>994,95</b>	<b>1.014,85</b>

<sup>13</sup>Este problema fue preparado por la profesora Julia Plotts, de la Universidad de Southern California.

### **Anexo P7.10.2 Estimaciones de los flujos de caja del periodo de planificación**

- Coste de la deuda: el tipo de interés acreedor es del 6,125%, con un tipo impositivo marginal del 27,29%, lo que resulta en un coste de la deuda después de impuestos del 4,5%.
- Coste de los recursos propios: la beta apalancada de los recursos propios de Toy Co. es 0,777; utilizando el CAPM con un rendimiento de los bonos del Tesoro del 4,66% y una prima de riesgo del mercado del 7,67% se obtiene una estimación del coste apalancado de los recursos propios del 10,57%.
- Otros: valor de las acciones ordinarias diluidas a 31/12/2006: 422.040.500 \$; cotización de la acción: 19,49 \$; valor de la deuda pendiente a 31/12/2006: 618.100.000 \$.
- WACC: utilizando una ratio de deuda/valor objetivo del 6,99%, el WACC es aproximadamente 10,14%.

DCF; esto le ayudará a determinar qué precio por acción debe ofrecer a los accionistas de Toy Co. Inc. Trate todos los resultados/proyecciones de los años fiscales 2007 a 2011 como proyecciones. Su investigación sobre las diversas transacciones de adquisición y fusión ocurridas sugiere que las compañías de juguetes comparables han sido compradas a múltiplos de valor de empresa/EBITDA de entre 10,5 y 11,5. Esta es su hipótesis para un múltiplo del valor terminal de salida al final del periodo de proyección, 2011. El Anexo P7.10.1 contiene las estimaciones del flujo de caja de la empresa objetivo, y el Anexo P7.10.2 proporciona datos de mercado y otros para calcular el WACC que sirva como tasa de descuento.

## **PALABRAS CLAVE**

Enfoque híbrido  
Estrategia *statu quo*  
Modelo del valor actual ajustado  
Periodo de planificación  
Valor actual ajustado (APV)  
Valor terminal



# Valoración en un contexto de capital privado<sup>1</sup>

## Presentación del capítulo

Este capítulo adopta la perspectiva de un inversor de capital privado y aplica los métodos híbridos de valoración desarrollados en el Capítulo 7, que se adaptan especialmente bien al tipo de inversiones que hacen las empresas de capital privado. Estas empresas de inversión reúnen fondos en sociedades limitadas con un horizonte de vida relativamente corto, de 7 a 10 años. Entonces los invierten en compañías en cualquier etapa del ciclo de vida de una empresa, desde capital riesgo hasta capital butre. En todos los casos, sus inversiones son de duración relativamente breve: el objetivo es salir de la inversión en seis-ocho años. La duración tan corta amplifica la importancia del valor terminal en la valoración, y dado que la salida a menudo involucra a los mercados bursátiles, se suelen utilizar los múltiplos basados en el mercado.

Consideramos dos ejemplos de valoración de capital privado en este capítulo. El primero es el problema de estructuración de la deuda que surge cuando una empresa de capital riesgo invierte en una empresa naciente (*start-up*). El segundo ejemplo es la valoración de una transacción de compra apalancada por parte de un fondo LBO. El capital privado es el común denominador de ambos casos, aunque el objetivo de la inversión (proporcionar capital de arranque o de crecimiento frente a capital de reestructuración) es bastante diferente.

## 8.1. INTRODUCCIÓN

Quizá la diferencia más visible entre cómo se han enfocado los distintos problemas de valoración en los capítulos anteriores y la manera de la que las empresas de capital privado evalúan sus inversiones radica en la tasa de descuento. Hasta este momento, nuestros problemas de valoración utilizaban tasas de descuento de entre el 8% y el 12%. Sin embargo,

<sup>1</sup>Nos gustaría expresar nuestra gratitud a J. William Petty por sus muchos y muy útiles consejos en la preparación de este capítulo.

la mayor parte de los inversores de capital privado afirman que exigen una TIR de entre el 25% y el 50%, o incluso mayor para las empresas nacientes. ¿Cómo justifican la exigencia de unas tasas de rentabilidad tan elevadas? Hay cuatro vías posibles que se pueden tomar a este respecto. La primera es el hecho de que estas inversiones tienen mucho riesgo. Involucran propuestas de inversión arriesgadas relativas a la financiación de empresas nacientes, la provisión de capital de crecimiento, o la reestructuración de empresas más antiguas. En el caso de compras apalancadas de empresas, conllevan el uso de cantidades sustanciales de apalancamiento financiero. Además, las inversiones en fondos de capital privado no se benefician de la liquidez que ofrecen las inversiones en acciones o bonos o fondos de inversión colectiva, y por tanto requieren una prima de rentabilidad por encima de estas inversiones alternativas.

Una segunda justificación de la elevada rentabilidad que se exige es que estas tasas de rentabilidad incluyen una compensación a la empresa de capital privado por algo más que el mero uso del dinero. Incorpora el valor del conocimiento experto que los socios de la empresa de capital privado aportan a la transacción. Los socios normalmente están presentes en el consejo de administración de las empresas en las que invierten, aconsejan a las empresas nacientes y controlan las inversiones en compras apalancadas.

La tercera justificación es que las empresas de capital privado suelen evaluar lo que en el Capítulo 3 llamamos flujos de caja “deseados”, por oposición a flujos de caja esperados. En consecuencia, podríamos interpretar las tasas de rentabilidad exigidas de entre un 25% y un 50% como deseadas más que como esperadas.

Por último, se debería enfatizar que la tasa de rentabilidad exigida a estas inversiones viene determinada por el coste de oportunidad del capital, lo que significa que cuando las empresas de capital privado tienen buenas y abundantes oportunidades, y un capital escaso, pueden exigir un rendimiento muy elevado. Sin embargo, cuando el capital es abundante y son las oportunidades las que escasean, es esperable que las tasas de rentabilidad exigidas disminuyan.

Hay algunas características únicas en el modo del que se aplica el enfoque híbrido de valoración a las empresas de capital privado, que describiremos en este capítulo. En primer lugar, en la mayor parte de los casos cuando una empresa de capital privado hace una inversión, no espera recibir flujos de caja significativos en el periodo inicial de planificación, así que el énfasis de la valoración está en el valor terminal de la empresa en una fecha futura, cuando el inversor de capital privado espera recuperar la inversión. Este valor se suele estimar como un múltiplo del EBITDA. En segundo lugar, el ejercicio de valoración generalmente se centra en el valor de la inversión del capital de los inversores, más que en el valor de la empresa que recibe la financiación. Ninguna de estas características supone una dificultad relevante para el enfoque híbrido de valoración, pero sí dan lugar

a una terminología específica y a ciertas adaptaciones de las herramientas descritas en el Capítulo 7.

Hasta este momento hemos centrado nuestro enfoque de valoración en situaciones en las que evaluábamos si invertir un determinado importe en una oportunidad de

### ¿Sabía usted?

#### Cómo de importante es el mercado para el capital privado

Las mayores empresas de capital privado obtienen fondos de miles de millones de dólares participando en grupos o clubes, y así pueden adquirir algunas de las mayores empresas cotizadas. Por ejemplo, el 15 de septiembre de 2006 cuatro empresas de capital privado (Blackstone Group Funds, Texas Pacific Group, Permira Group Funds y el Carlyle Group) acordaron pagar 17.600 M\$ por Freescale Semiconductor Inc., la *spin-off* de Motorola que llevaba sus operaciones con semiconductores.

inversión que ofrece una serie incierta de flujos de caja futuros. Desde la perspectiva del empresario de capital riesgo (*venture capitalist*, VC), el problema de inversión es parecido, por cuanto las empresas nacientes suelen requerir una cantidad concreta de financiación externa para producir una serie incierta de flujos de caja futuros. Sin embargo, el problema del VC es diferente porque no solo debe evaluar los flujos de caja futuros e inciertos, sino también negociar la fracción de las acciones de la empresa naciente que recibirá para obtener de la inversión la rentabilidad deseada. Por tanto, el problema de valoración para el VC se suele exponer en el contexto de la estructuración de un acuerdo. Aunque este es un problema diferente en cierto modo a los que hemos abordado hasta ahora, podemos resolverlo con una ligera modificación de nuestros métodos de valoración.

Este capítulo se organiza del siguiente modo: en la Sección 8.2 repasamos brevemente el panorama de los mercados de capital privado y capital riesgo. La Sección 8.3 propor-

## CONSEJOS DE LA INDUSTRIA

### Capital privado vs. capital público

La inversión en capital privado difiere en cuatro aspectos de la inversión en capital público:

1. **Los inversores de capital privado hacen inversiones ilíquidas que no se pueden vender, ya sea por la ausencia de un mercado organizado o por restricciones en la inversión.** La inversión podría tomar la forma de títulos de recursos propios o de deuda emitidos por una empresa en manos privadas, o de acciones restringidas emitidas por una empresa cotizada<sup>2</sup>. En ninguno de estos casos es fácil vender la inversión. Por el contrario, los fondos de inversión colectiva y otros inversores pasivos poseen deuda de empresas cotizadas y títulos de deuda que se pueden comprar o vender en cualquier momento.
2. **Los inversores de capital privado son inversores activos.** Suelen desempeñar un papel en la dirección de las compañías en las que invierten (por ejemplo, al pertenecer al consejo de administración) o actúan como consejeros financieros para la dirección de la empresa. Esto contrasta con el estilo de inversión no intervencionista que siguen los fondos de inversión colectiva y otros que invierten principalmente en los mercados bursátiles.
3. **Las inversiones de capital privado se hacen por un periodo definido de tiempo.** La inversión tradicional de capital privado conlleva la propiedad de unidades limitadas de la sociedad que son parte de un fondo de capital privado. La sociedad suele tener una vida fija de 7 a 10 años, al cabo de la cual el fondo se liquida y los socios se reparten los beneficios. Los fondos de inversión colectiva y otras entidades que invierten en empresas cotizadas no establecen una fecha de liquidación, y en consecuencia tienen un horizonte de inversión más lejano.
4. **Las inversiones de capital privado son arriesgadas e ilíquidas, y por tanto requieren mayor rentabilidad.** Dado que la tasa de fracaso puede ser bastante alta en algunos tipos de inversión de capital privado, y que la inversión es ilíquida durante años, los inversores de capital privado normalmente exigen tasas de rentabilidad muy elevadas.

<sup>2</sup>La restricción a la que nos referimos consiste en que el inversor no puede vender sus acciones durante un periodo de tiempo determinado.

ciona una visión general del análisis de estructuración de la deuda tal como se realiza en las empresas de capital riesgo. En la Sección 8.4 describimos la valoración de una inversión por parte de una empresa de capital privado. Cerramos esta sección con una aplicación del modelo APV a una inversión de capital privado. Por último, la Sección 8.5 contiene un resumen del capítulo.

## 8.2. VISIÓN GENERAL DEL MERCADO DE CAPITAL PRIVADO

Antes de iniciar la exposición de la valoración de las inversiones de capital privado, es útil describir el mercado de capital privado y tomar cierta perspectiva sobre su papel en la economía estadounidense. Cuando nos referimos a una empresa de capital privado, hablamos de un intermediario financiero que se dedica al negocio de obtener masas de capital (generalmente en sociedades limitadas) y emplearlo para invertir en compañías que requieren financiación. En esencia, el capital privado es una apuesta, o bien en una compañía privada, o bien en acciones de una compañía cotizada que están restringidas de modo que no se pueden vender durante un periodo determinado de tiempo<sup>3</sup>. En general, un inversor de capital privado es un inversor activo que toma cierto control sobre las empresas en las que invierte, a menudo perteneciendo al consejo de administración. El recuadro de Consejos del sector resume las diferencias entre las inversiones en capital privado y público.

### El mercado de capital privado: intermediarios financieros

La Figura 8.1 resume las tres partes involucradas en el mercado de capital privado. Estas son los proveedores de fondos (i. e., los inversores en las sociedades de capital privado), las compañías de inversión de capital privado y los negocios que utilizan fondos provenientes de capital privado. Aunque es difícil saber con exactitud cómo de grandes son los distintos componentes en un momento dado, se cree que aproximadamente el 80% de los fondos que entran en el capital privado provienen de fondos de pensiones públicos y privados. Las empresas de capital privado invierten entonces la mayoría de estos fondos en actividades de bajo riesgo, como atender a las necesidades de expansión, recapitalización y reorganización de las empresas, así como la compra de grandes empresas cotizadas (véase el recuadro de Consejos del sector sobre las mayores compras apalancadas de empresas de 2006).

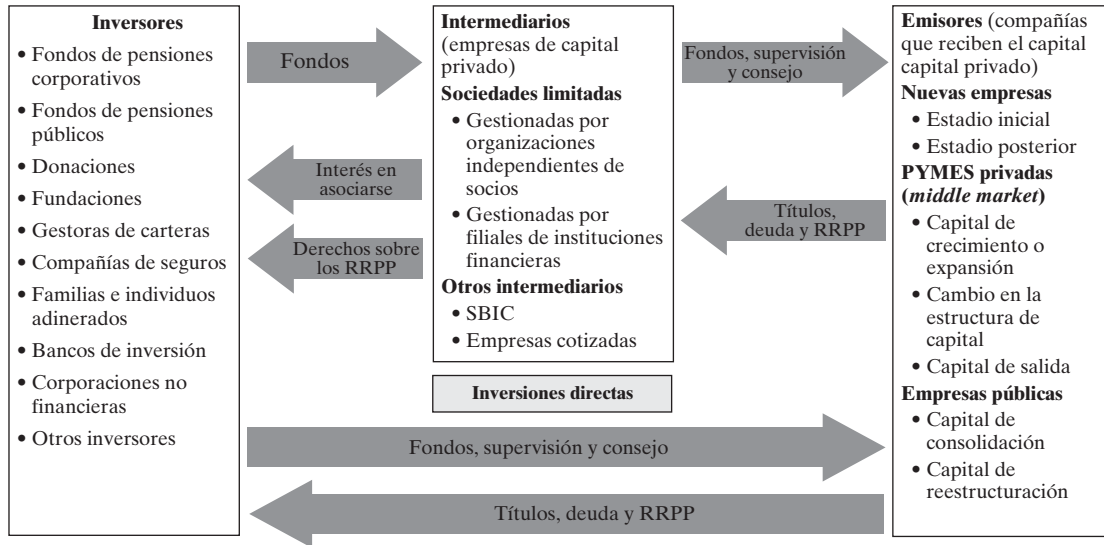
### Inversores: los proveedores de capital privado

La mayor parte de las empresas de capital privado se organizan como sociedades limitadas que obtienen el capital de un número reducido de inversores sofisticados en un emplazamiento privado. Los inversores incluyen fondos de pensiones públicos y privados, fondos de donaciones a universidades, familias adineradas, gestoras de carteras y compañías de seguros. El mayor segmento (como mencionamos antes) son los fondos de pensiones públicos y privados, que contribuyen aproximadamente con el 80% de los fondos del mercado de capital privado.

<sup>3</sup>Estas inversiones se conocen como “inversiones privadas en capital público” o PIPE.



**Figura 8.1 El mercado de capital privado**



**Empresas de capital privado:**

**Sociedad limitada:** el vehículo estándar para obtener fondos para invertir en capital privado es una sociedad limitada que normalmente tiene una vida predeterminada de 10 años. El socio principal de la sociedad hace inversiones, las monitoriza y al final sale de ellas con una rentabilidad para los inversores (los socios).

**SBIC:** las sociedades de inversión de la pequeña empresa (SBIC) se crearon en EE. UU. Son fondos de inversión en manos privadas y con ánimo de lucro que se forman para proporcionar a las pequeñas empresas estadounidenses capital en la forma de deuda o de recursos propios.

**Categorías de inversión de capital privado:**

**Capital inicial y de lanzamiento (seed y start-up):** normalmente suministrado por los “mecenas” (*i. e.*, individuos adinerados), este tipo de capital se utiliza para desarrollar un concepto, crear el producto inicial y llevar a cabo los primeros esfuerzos de *marketing*. La compañía que busca financiación suele ser muy joven (de menos de un año) y no ha generado aún un producto o servicio para su comercialización.

**Capital de primera etapa:** el dinero suministrado a un empresario que tiene un producto probado para que inicie la producción comercial y el *marketing*. Esta suele ser la etapa más temprana en la que invierte una empresa de capital riesgo.

**Capital de segunda etapa:** el capital que se suministra para expandir la comercialización y atender las necesidades crecientes de capital circulante de una empresa que ha comenzado su producción pero no obtiene de sus operaciones suficientes flujos de caja para financiar sus necesidades de capital.

**Capital de expansión:** el capital necesario para financiar la expansión de las operaciones de una empresa rentable y en crecimiento cuando esta es incapaz de generar internamente suficientes beneficios para cubrir sus necesidades de capital.

**Capital puente:** un préstamo a corto plazo que proporciona el capital que se necesita mientras el prestatario tramita una financiación global a más largo plazo.

**Capital mezzanine:** acciones preferentes o deuda sin garantía, de alto rendimiento y subordinada que representa unos derechos sobre los activos de la compañía que solo tienen prelación sobre los de los accionistas. El término *mezzanine* proviene del hecho de que esta forma de financiación está en un punto intermedio entre la deuda y los recursos propios en términos de prioridad de sus derechos sobre los beneficios y los activos de la empresa en caso de incumplimiento o quiebra.

*Fuente:* Basada en la Figura 3 de Stephen D. Prowse, “The Economics of the Private Equity Market”, Economic Review of the Federal Reserve Bank of Dallas, tercer trimestre, 1998, 21-34.

Las mayores compras apalancadas de empresas de 2006

Con diferencia, la mayoría de las inversiones de capital privado consisten en la financiación de compras apalancadas, no en capital riesgo. La siguiente lista contiene las cinco mayores transacciones de este tipo de 2006. Nótese que, con una sola excepción, las inversiones involucran a varias empresas de capital privado. La razón de esto tiene que ver con la magnitud de la inversión y con el interés por parte de los inversores de capital privado en diversificar sus inversiones (*i. e.*, evitar invertir mucho capital en un número reducido de grandes inversiones).

Fecha	Empresa adquirida	Comprador(es) de capital privado*	Valor de los RRPP
29/05/2006	Kinder Morgan Inc.	GS Capital Partners LP, AIG, Carlyle Group LLC y Riverstone Holdings LLC	27.400 M\$
24/07/2006	HCA Inc.	Bain Capital LLC, Kohlberg Kravis Roberts & Co., Merrill Lynch Global Private Equity Group y Riverstone Holdings LLC	32.000 M\$
02/10/2006	Harrah's Entertainment Inc.	Apollo Management LP y Texas Pacific Group Inc.	25.800 M\$
15/11/2006	Clear Channel Communications, Inc.	Bain Capital Partners LLC y Thomas H. Lee Partners LP	26.800 M\$
19/11/2006	Equity Office Properties Trust	Blackstone Group	32.500 M\$

**\*Descripciones de las empresas de capital privado (extraídas de sus páginas web):**

**AIG Private Equity Ltd:** una compañía de inversión suiza que tiene una cartera diversificada de fondos de capital privado y compañías privadas en funcionamiento.

**Bain Capital LLC:** fundada en 1984, Bain Capital gestiona aproximadamente 40.000 M\$ en activos. La familia de fondos de Bain Capital incluye capital privado, capital riesgo, recursos propios de sociedades anónimas y activos apalancados.

**Blackstone Group:** constituido en 1987, la empresa gestiona 28.000 M\$ a través de los fondos Blackstone Capital Partners I, II, III, IV y V, y Blackstone Communications Partners.

**Carlyle Group LLC:** formado en 1987, Carlyle Group es una de las empresas de capital privado más grandes del mundo, con más de 46.900 M\$ gestionados en 46 fondos de cuatro disciplinas de inversión: compras apalancadas de empresas, capital riesgo y de crecimiento, inmobiliaria y financiación apalancada.

**GS Capital Partners LP:** realiza inversiones de capital privado en nombre de Goldman Sachs y otros. El fondo de la empresa en 2006, GS Capital Partners V, tenía 8.500 M\$, con cerca de 2.500 M\$ aportados por Goldman Sachs y sus empleados, y el resto aportado por inversores institucionales e individuales. La empresa invierte en un abanico de sectores en distintas situaciones, incluyendo *build-ups* (compras de empresas orientadas a fusionarlas), compras apalancadas, recapitalizaciones, adquisiciones y expansiones.

**Kohlberg Kravis Roberts & Co.:** establecida en 1976, KKR ha completado más de 140 transacciones valoradas en aproximadamente 226.000 M\$. A fecha de 30 de septiembre de 2006, estas transacciones estaban valoradas en aproximadamente 70.000 M\$, con un capital invertido de 27.000 M\$. Los inversores de KKR incluyen planes de pensiones corporativos y públicos, instituciones financieras, compañías de seguros y donaciones a universidades.

**Merrill Lynch Global Private Equity Group:** el brazo de capital privado de Merrill Lynch proporciona capital para financiar el crecimiento, la reestructuración financiera o el cambio de control de empresas. MLGPE normalmente mantiene inversiones de medio a largo plazo (de tres a siete años).

**Riverstone Holdings LLC:** una empresa de inversión privada de 6.000 M\$ fundada en 2000. La empresa ha llevado a cabo más de 20 transacciones y es uno de los mayores inversores de capital privado del sector energético.

\*\* Salvo indicación en contrario, estos datos son de 2006.

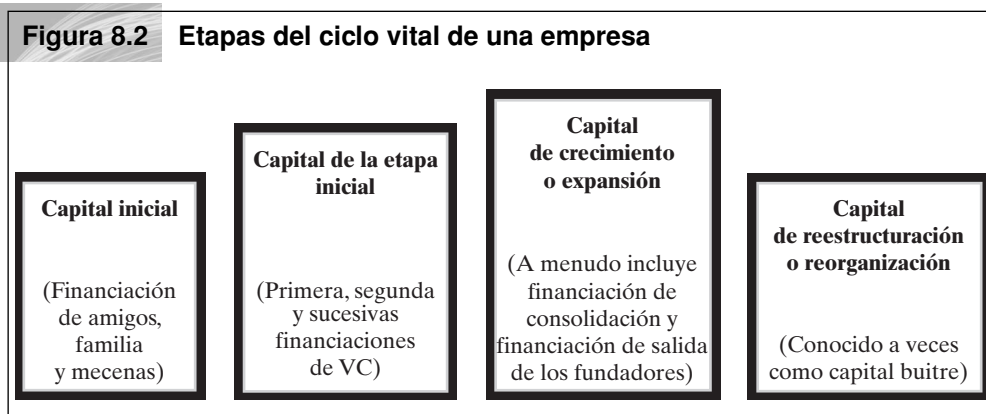
## Inversiones: la demanda de capital privado

Aunque los fondos de capital privado invierten en todo el espectro de negocios, cada empresa de capital privado tiende a especializarse en un rango de actividades muy estrecho que coincide aproximadamente con el ciclo de vida de las empresas en las que invierte, como muestra la Figura 8.2. El capital inicial para las empresas nacientes lo suelen suministrar individuos adinerados que se conocen como “mecenas” o “inversores providenciales”. Este tipo de inversiones normalmente no involucra a intermediarios (*i. e.*, es una forma de inversión directa, como se muestra en la parte inferior de la Figura 8.1). Los VC habitualmente proporcionan la financiación de la primera etapa a las compañías nacientes y las llevan hasta el punto en que tienen que acceder a los mercados públicos de capital para cubrir sus necesidades de financiación, o hasta el punto en que las venden a otra compañía (normalmente una empresa cotizada). Este suele ser el momento más temprano del ciclo de vida de una empresa en que invierte una empresa de capital riesgo. Véase en el recuadro de Consejos del profesional una reflexión sobre el proceso de dimensionamiento de un fondo de capital riesgo y el nivel mínimo de inversión en una compañía de cartera.

El capital de crecimiento y expansión lo suministra una mezcla de empresas de capital privado, incluidas algunas empresas que se consideran a sí mismas de capital riesgo y otras que caen en la categoría de *buyout* (compra total de las acciones de una empresa). Por último, las empresas de LBO o *leverage buyout* proporcionan el capital para las reestructuraciones y reorganizaciones. La motivación de la empresa de *buyout* puede ser la financiación de una reorganización que racionalice y reconfigure una empresa para hacerla competitiva, o la ruptura y disolución de las operaciones de una empresa. En el último caso, a la empresa de *buyout* se la denomina “fondo buitre”.

### 8.3. VALORACIÓN DE INVERSIONES EN EMPRESAS Y ESTRUCTURACIÓN DE TRANSACCIONES

Cuando una empresa nueva y exitosa crece a un ritmo que el empresario solo no puede financiar, es frecuente que busque financiación en una empresa de capital riesgo a cambio de parte de la propiedad de la empresa. En el proceso de negociación, un aspecto crítico para el empresario es: “¿qué fracción de los recursos propios de la empresa



## CONSEJOS DEL PROFESIONAL

### Dimensionar los fondos de capital riesgo: una entrevista con el empresario de VC Joe Cunningham, MD\*

Históricamente, los fondos de capital riesgo (VC) que invierten en empresas en su etapa inicial o empresas nacientes han sido relativamente pequeños en comparación con los fondos *buyout* que compran negocios maduros. Sin embargo, en los últimos años los empresarios de VC han generado algunos fondos de grandes dimensiones. Por ejemplo, Austin Ventures, que está ubicado en Austin, Texas, gestiona más de 3.000 M\$ en nueve fondos con más de 1.000 M\$ obtenidos en su fondo VII, y Oak Investment Partners creó un fondo de VC de 2.560 M\$ en 2006. Sin embargo, el fondo de VC típico sigue siendo pequeño en comparación con los fondos *buyout* pantagruélicos generados en los últimos años.

Para dimensionar el fondo de VC que necesitábamos crear, mis dos socios y yo abordamos el problema formulándonos algunas preguntas básicas y dejando que las respuestas guiaran nuestra elección sobre el tamaño del fondo:

- 1.Cuál es el tamaño de la cartera de empresas que podemos gestionar efectivamente?\***  
Basándonos en nuestra experiencia en fundar y aconsejar a empresas nacientes en nuestro sector objetivo (tecnología y servicios médicos), estimamos que cada uno de nosotros podía hacerse cargo de cinco empresas, lo que daba un total de 15.
- 2.¿Cuál es la naturaleza de la salida típica y el valor de una empresa naciente al salir de ella en nuestro sector?** Para responder a esta pregunta estudiamos las salidas de las empresas nacientes en el sector de tecnología y servicios médicos durante la última década. Encontramos que

\*Joe Cunningham, MD, es director general de Santé Health Ventures, Austin, Texas.

\*\*La respuesta a esta pregunta variará de un fondo a otro dependiendo del sector en que el fondo invierta (lo que determina su intensidad de capital) y del tipo de propuesta de valor que el VC lleve a las empresas de su cartera. La propuesta de valor se refiere al nivel de contribución del VC. Por ejemplo, la simple inversión monetaria, o conocimiento especializado del sector, contactos y una involucración mayor con la empresa.

pedirá el inversor externo a cambio de proporcionar el capital requerido?”. La porción que el empresario deberá ceder depende de la valoración de la empresa por parte del VC. Esta valoración, a su vez, refleja la evaluación del VC de las perspectivas futuras de la empresa y la tasa de rentabilidad objetivo de su inversión. Aunque el enfoque de evaluación del VC puede parecer singular, en realidad es una variante del enfoque híbrido de valoración, presentado en el Capítulo 7, que combina los métodos DCF y de los múltiplos.

### El coste del capital en la financiación del capital riesgo

El enfoque de valoración de capital riesgo (VC), como cualquier método DCF de valoración, requiere en esencia dos datos de entrada: una tasa de descuento y una estimación de los flujos de caja futuros. La Figura 8.3 revisa los dos enfoques básicos que hemos utilizado para relacionar los flujos de caja y las tasas de descuento. El primero es el enfoque

aproximadamente el 85% de estas salidas consistieron en la venta de la empresa naciente a una compañía mayor por un precio de entre 100 y 200 M\$, frente a solo una docena de OPI. Concluimos que debíamos invertir en empresas que pudiéramos vender dentro del rango de 100 a 200 M\$ a nuestra salida.

- 3. ¿Qué múltiplos de rentabilidad objetivo (valor de salida/capital invertido) debería utilizar el fondo?** Dados los riesgos y las oportunidades que vimos en el sector, decidimos un múltiplo de salida objetivo de 10 veces el capital que invirtiéramos. Por supuesto, nos dábamos cuenta de que este múltiplo solo se alcanzaría en las inversiones más exitosas, y la media del fondo estaría probablemente en torno a 5. Aun así, nuestro objetivo cuando hacemos una inversión es 10.
- 4. ¿Cuánto dinero debíamos planificar invertir en cada empresa naciente?** Para obtener un valor de salida de entre 100 y 200 M\$, con una ratio de valor de salida/capital invertido de 10, hacía falta que las valoraciones de las empresas nacientes en el momento de invertir estuviesen en el rango de 10 a 20 M\$. Por tanto, si invertimos 5 M\$ en una empresa naciente a cambio del 50% de la propiedad de la empresa, esto es consistente con la valoración tras la inversión de los recursos propios de la empresa de 10 M\$\*\*\*. Emplear el múltiplo objetivo de salida de 10 implica una valoración de los recursos propios de la empresa naciente a nuestra salida de 100 M\$. De forma similar, si invertimos 10 M\$ en la empresa naciente a cambio de la mitad de sus recursos propios, el valor tras la inversión de la empresa será de 20 M\$ y tendrá un valor de salida de 200 M\$. En consecuencia, prevemos invertir de 5 a 10 M\$ en cada empresa naciente en dos inyecciones de financiación.

Tras recopilar las respuestas a estas preguntas y suponer que invertiríamos una media de 8 M\$ en cada una de las 15 empresas, determinamos que el tamaño óptimo de nuestro fondo era de 120 M\$.

\*\*\*Valoración tras la inversión (*post-money*) es un término comúnmente utilizado en el sector del VC y se refiere al valor del negocio naciente calculado como el importe invertido por el fondo de VC más la fracción de las acciones de la empresa naciente que el VC adquiere.

de valoración DCF tradicional, que descuenta los flujos de caja futuros esperados mediante la tasa de rendimiento esperada de una inversión de riesgo comparable (*i. e.*, el coste de oportunidad del capital). Este modelo DCF es el estándar de facto en las finanzas y fue la base de la mayor parte de nuestras reflexiones en los capítulos anteriores. El segundo método es el enfoque de valoración DCF “optimista” o “deseado”<sup>4</sup>. Esta variante del modelo DCF descuenta los flujos de caja optimistas o deseados a la fecha actual utilizando las tasas de rendimiento optimistas o deseadas. Creemos que el método del VC pertenece a esta última categoría, aunque los empresarios de VC no usen este término.

<sup>4</sup>Hay una tercera variante del modelo DCF que no incluimos en la Figura 8.3, y es el modelo de equivalencia cierta. Este modelo descuenta los flujos de caja “equivalentemente ciertos” (*i. e.*, ajustados al riesgo para que sean iguales a sus equivalentes ciertos) utilizando el tipo de interés libre de riesgo. Hablaremos de este modelo más adelante, cuando consideremos futuros y opciones.

**Figura 8.3 Enfoques alternativos de valoración DCF**

Enfoque	Flujo de caja	Tasa de descuento	Aplicaciones
Modelo de valoración DCF tradicional o de rendimiento esperado	Flujo de caja esperado	Tasa de rendimiento esperada en una inversión de riesgo comparable	Valoración de proyectos y negocios <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque WACC tradicional (Capítulos 2 a 5)</li> <li>• Enfoque APV (Capítulo 7)</li> </ul>
Enfoque de valoración optimista o deseado	Flujo de caja optimista	Tasa de rendimiento optimista o deseada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración de bonos (Capítulo 4)</li> <li>• Valoración de capital riesgo (Capítulo 8)</li> <li>• Valoración LBO (Capítulo 8)</li> </ul>

En general, los flujos de caja deseados que se utilizan para valorar empresas nacientes son los que se materializan en los escenarios en los que todo va según lo planeado. El optimismo inherente a estas proyecciones viene de que los empresarios (que generalmente son muy optimistas en cuanto a las perspectivas de sus negocios) son los principales autores de estas estimaciones de flujos de caja. A los empresarios de VC les gusta alentar el entusiasmo de los empresarios a los que financian, así que, más que atajar las proyecciones optimistas, tienden a exigir tasas de rentabilidad lo bastante altas como para compensar tanto estas como los riesgos de la inversión. Además, los empresarios de VC pueden convertir las proyecciones optimistas del empresario en objetivos ambiciosos a los que este se puede ver comprometido en el futuro.

Las tasas de rentabilidad (ROR) que exige el inversor de VC varían con las etapas de la inversión. Por ejemplo, en la etapa inicial, conocida como “semilla” o “de lanzamiento”, los empresarios de VC suelen requerir tasas de rentabilidad de entre el 50% y el 100% (¡al año!). Conforme la empresa avanza desde la fase inicial hacia las financiaciones de primera y segunda vuelta, la tasa de rentabilidad exigida decae, como indica la siguiente tabla<sup>5</sup>.

Etapa de la inversión <sup>6</sup>	ROR anual (%)	Periodo habitual de mantenimiento de la inversión (años)
Semilla y lanzamiento	50-100 o más	Más de 10
Primera etapa	40-60	5-10
Segunda etapa	30-40	4-7
Expansión	20-30	3-5
Puente y <i>mezzanine</i>	20-30	1-3

<sup>5</sup>Jeffrey Timmons y Stephen Spinelli, *New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century*, 6.ª edición, Irwin, 2004.

<sup>6</sup>Véanse en la leyenda de la Figura 8.1 las definiciones de los distintos tipos de financiación aquí listados.

**C O N S E J O S   D E L**  
**P R O F E S I O N A L**

**Invertir en capital privado: una entrevista con Jonathan Hook\***

**¿Cómo decide las tasas de rentabilidad objetivo de sus inversiones en capital privado?**

La falta de liquidez en las inversiones de capital privado es un aspecto crítico para cualquiera que esté considerando este tipo de inversión. Invertir en un fondo de capital privado normalmente supone inmovilizar el dinero durante varios años. En consecuencia, como regla general requerimos que las inversiones en capital privado proporcionen la oportunidad de ganar entre un 4% y un 5% más que el rendimiento que prevemos en el S&P 500.

**¿Cuánto de su cartera de dotación dedica a capital privado?**

Un criterio fundamental para nosotros es tener una cartera equilibrada y bien diversificada, así que intentamos no sobrecargarla con ninguna categoría de activo. Nuestro objetivo es dedicar el 15% de la cartera a capital privado, pero con flexibilidad para incrementar o decrementar esta asignación en un 5% según se presenten las oportunidades.

\* Jonathan Hook es vicepresidente asociado y director de inversiones del Baylor University Endowment Fund, Baylor University, Waco, Texas. De los rendimientos de tres años que concluyeron en 2006, el fondo de dotación de Baylor empató en la séptima posición de la clasificación con un rendimiento anual del 18,8% (de un total de 656 universidades de Estados Unidos).

¿Consiguen realmente estas rentabilidades deseadas los empresarios de VC? Es difícil responder a esta pregunta, puesto que los fondos de capital privado son precisamente eso, privados, y no informan del rendimiento de sus fondos de manera reglada. Sin embargo, un estudio reciente descubrió que, restados los honorarios, los fondos *buyout* ganan un poco menos que el rendimiento medio del índice bursátil S&P<sup>7</sup>. La cuestión aquí es que las tasas medias de rendimiento obtenidas tanto en inversiones de capital riesgo como no de riesgo son muy inferiores a las tasas de rendimiento exigidas que se utilizan en la práctica.

Es importante enfatizar que estas tasas de rendimiento exigidas reflejan el coste de oportunidad del capital, que a su vez viene determinado por la tasa de rendimiento de las inversiones alternativas. Véase el recuadro de Consejos del profesional titulado “Invertir en capital privado: una entrevista con Jonathan Hook”. A largo plazo, esperamos que las tasas de rendimiento exigidas estén condicionadas por los factores de riesgo expuestos en el Capítulo 4. Sin embargo, a corto plazo las tasas de rendimiento exigidas al capital riesgo

<sup>7</sup>Véase Steven Kaplan y Antoinette Schoar, “Private Equity Performance: Returns, Persistence and Capital Flows”, *Journal of Finance* 60, n.º 4, págs. 1791-1823. Stephen D. Prowse, “The Economics of the Private Equity Market”, *Economic Review of the Federal Reserve Bank of Dallas*, tercer trimestre (1998), 21-34, proporciona resultados similares para periodos anteriores, como sigue:

<b>Sociedades formadas en:</b>	<b>Capital riesgo</b>	<b>Capital no de riesgo</b>	<b>Acciones de empresas pequeñas cotizadas</b>
1969-79	23,3%	—	11,5%
1980-84	10,0%	24,8%	15,3%
1985-89	15,2%	15,3%	13,4%
1990-91	24,1%	28,9%	15,6%

## CONSEJOS DE COMPORTAMIENTO

### Alinear los incentivos de los participantes en el mercado de capital privado

La información asimétrica es norma en los negocios. Dicho brevemente, las dos partes de una transacción no comparten la misma información, y esto permite a una de ellas (o a las dos) realizar acciones que la benefician pero perjudican a la otra parte.

Hay dos tipos de relaciones relevantes para nuestra exposición de la financiación de capital privado. La primera tiene que ver con la relación entre los socios comanditados, más informados, y los socios comanditarios, menos informados y de quienes aquellos pueden aprovecharse. La segunda relación concierne a la sociedad de capital privado y a los gerentes más informados de las empresas de su cartera. La tabla siguiente resume cómo las sociedades intentan limitar los costes que surgen de estas asimetrías de información realizando previamente una diligencia debida (*due diligence*) exhaustiva. También controlan el comportamiento de la dirección mediante el uso de contratos basados en incentivos y restringiendo la financiación a la que aporta la propia sociedad, dado que las empresas de la cartera tienen limitado el acceso a otras fuentes de financiación.

Herramientas de control	Relación entre las partes	
	Socios comanditarios y socios comanditados en empresas de capital privado	Empresas de capital privado y empresas de su cartera
<b>Indirectas: incentivos por resultados (la “zanahoria”)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La reputación del socio comanditado afecta a la capacidad futura de obtener financiación.</li> <li>■ La retribución del socio comanditado se basa en los resultados del fondo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ El hecho de que la dirección de la empresa posea acciones asegura su interés a largo plazo en los resultados de la compañía.</li> <li>■ La retribución de la dirección está ligada a los resultados de la compañía.</li> </ul>
<b>Directas: contratos y controles internos (el “palo”)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Los pactos de los socios marcan límites a lo que puede hacer el socio comanditado y permiten la intervención del socio comanditario en situaciones extremas.</li> <li>■ Los comités consultivos (incluida la representación del socio comanditario) proporcionan supervisión directa sobre las decisiones del socio comanditado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La empresa de capital privado normalmente tiene un asiento en el consejo de administración, y puede ganar más asientos si flaquean los resultados de la empresa de su cartera.</li> <li>■ El hecho de que la empresa de capital privado controle el acceso de la compañía a financiación adicional proporciona una potente fuente de control sobre la dirección de la empresa de su cartera.</li> </ul>



y a otras inversiones de capital privado vienen determinadas por la oferta y demanda de capital en este sector. Cuando hay abundancia de capital persiguiendo a unas pocas oportunidades, es probable que las tasas exigidas sean relativamente bajas. Por el contrario, cuando el sector anda justo de capital o cuando hay profusión de oportunidades, es probable que las tasas suban.

Ofrecemos una reflexión final sobre las elevadas tasas de rendimiento de la financiación de VC, que se refiere a que la relación entre una empresa naciente y su empresa de VC a menudo va más allá de la mera financiación. Frecuentemente, la empresa naciente recibe valiosos consejos de negocio y contactos del empresario de VC que se sienta en su consejo de administración. Dado que las empresas de VC suelen centrar sus inversiones en un número limitado de sectores, su experiencia y conocimiento del sector pueden resultar esenciales para el éxito futuro de la empresa naciente. La compensación por esta fuente de valor no financiero está incluida en el coste de la financiación de VC, lo que también explica por qué el VC resulta tan caro.

## Valorar una inversión de capital riesgo y estructurar la operación

En la mayor parte de los casos, una empresa de VC proporciona la financiación a un empresario a cambio de acciones de su negocio. La variable clave que determina la estructuración de la operación es la valoración que el VC hace del negocio del empresario.

Para ilustrar cómo una empresa de VC valora y estructura una operación, consideremos el caso hipotético de Bear-Builders.com. El empresario de este negocio lo lanzó el año pasado con una inversión inicial de 1 M\$ y ahora necesita 2 M\$ adicionales para financiar la expansión de sus operaciones, que ya son rentables. Para obtener los fondos, el empresario se dirige a Longhorn Partners, una empresa de VC ubicada en Austin, Texas.

### Expectativas del inversor

Longhorn cree que es una buena oportunidad y está dispuesto a proporcionar los 2 M\$ que Bear-Builders.com necesita, a cambio de parte de los recursos propios de la compañía. Ahora la pregunta clave es: ¿cuántas acciones tendrá que ceder el empresario en el proceso de adquirir los fondos necesarios? Bear-Builders.com está buscando financiación de primera etapa, así que la tasa de rendimiento exigida (i. e., deseada) de Longhorn Partners es del 50% anual. Si Longhorn tiene un horizonte de inversión de cinco años<sup>8</sup> y no recibe su rendimiento hasta el final de este periodo (como suele ser el caso), entonces tiene que recibir 15.187.500 \$ al cabo de los cinco años para obtener una rentabilidad del 50% anual. Esto es,

$$2.000.000 \$ \times (1 + 0,50)^5 = 15.187.500 \$$$

Hay dos variables que determinan si el inversor recibirá realmente 15.187.500 \$ en cinco años: (1) el valor de la empresa al cabo de los cinco años y (2) la fracción de ese valor que pertenece al inversor. Consideremos cada uno de estos dos factores.

<sup>8</sup>El término “horizonte de inversión” se refiere al periodo durante el que se desea mantener una inversión. Dado que las empresas de VC obtienen su capital con sociedades limitadas que tienen una vida limitada (normalmente de cinco a siete años), suelen hacer inversiones con horizontes muy cortos.

### Valorar los recursos propios de Bear-Builders.com

El rendimiento de la inversión del VC por proporcionar el capital de lanzamiento de Bear-Builders.com se deriva del valor de los recursos propios de la empresa al final del periodo planificado de inversión (habitualmente de cuatro a seis años). El enfoque que adoptamos para valorar los recursos propios de Bear-Builders.com conlleva estimar en primer lugar el valor de empresa y luego deducir todas las deudas que devengan intereses que la empresa pueda tener pendientes.

Estimar el valor de empresa al final del periodo planificado de inversión. El primer paso del proceso de valoración comienza con una estimación del valor de empresa de Bear-Builders.com después de cinco años, cuando el VC espera “recolectar” o salir de su inversión vendiendo sus acciones. Los VC suelen calcular una estimación del valor de empresa a la fecha de la recolección proyectando tanto la capacidad de la empresa de producir flujos antes de impuestos (EBITDA) a partir de sus operaciones, como el múltiplo del EBITDA apropiado para valorar la empresa. Por ejemplo, si los propietarios de Bear-Builders.com proyectan que el EBITDA de la empresa en cinco años será de 6 M\$, y el VC utiliza un múltiplo del EBITDA de cinco, entonces Bear-Builders.com valdrá 30 M\$ (6 M\$ × 5) en el momento en que Longhorn Partners planea salir de su inversión en la empresa.

Nótese que no suele haber flujos de caja intermedios para el VC (ni para el empresario) antes de su salida. Esto es consecuencia de que todo el efectivo disponible o bien se reinvierte en la empresa o bien se utiliza para atender las deudas de la empresa.

Para recapitular rápidamente, los cálculos utilizados para estimar el valor de empresa de Bear-Builders.com al cabo de cinco años son los siguientes:

EBITDA en el año 5	6.000.000 \$
Múltiplo del EBITDA	× 5
Igual: valor de empresa	<hr/> 30.000.000

Calcular el valor de los recursos propios al final del periodo planificado de inversión. Ahora que hemos estimado el valor de la empresa al cabo de los cinco años (30 M\$), podemos calcular el valor de sus recursos propios como sigue:

$$\text{Valor de los recursos propios} = \text{Valor de empresa} - \text{Deuda que devenga intereses} + \text{Efectivo}$$

o, si denotamos:

$$\text{Deuda neta} = \text{Deuda que devenga intereses} - \text{Efectivo},$$

entonces:

$$\text{Valor de los recursos propios} = \text{Valor de empresa} - \text{Deuda neta}.$$

Nótese que del valor de empresa solo restamos la deuda que devenga intereses, al igual que hicimos en el Capítulo 7. Además, para estimar el valor de los recursos propios, normalmente añadimos el importe proyectado de efectivo a la fecha de la cosecha (*i. e.*, salida)

a nuestra estimación del valor de los recursos propios. Con esto se asume que el saldo de caja de la empresa puede interpretarse como un exceso de efectivo, y por tanto no está reflejado en el múltiplo del EBITDA que se ha utilizado para estimar el valor de empresa. Por ejemplo, si esperamos que Bear-Builders.com tenga 300.000 \$ en efectivo y 3 M\$ en deuda que devenga intereses al final de los cinco años, el valor de los recursos propios de la empresa sería 27,3 M\$, calculado como sigue:

Valor de empresa	30.000.000 \$
Menos: deuda neta ( <i>i.e.</i> , deuda que devenga intereses menos efectivo)	<u>(2.700.000) \$</u>
Igual: valor de los recursos propios	27.300.000 \$

Calcular los intereses de la propiedad: definir la estructura de la operación

Hasta este momento hemos mostrado que si todo va según lo planeado, el valor de los recursos propios de Bear-Builders.com para sus accionistas dentro de cinco años será de 27,3 M\$. El VC exige 15.187.500 \$ en ese momento para ganar su 50% anual sobre la inversión de 2.000.000 \$. Por tanto, para conseguir este rendimiento total, el VC debe poseer el 56% de las acciones de la empresa, calculado como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de propiedad} \\ \text{de la empresa de VC} &= \frac{\text{Valor de los RRPP exigido por el VC (año 5)}}{\text{Valor estimado de los RRPP de la empresa (año 5)}} = \\ &= \frac{15.187.500\$}{27.300.000\$} = 56\% \end{aligned}$$

Con esta estructura de la operación, el fundador poseerá el 44% restante de las acciones ordinarias ( $100\% - 56\% = 44\%$ ), lo que supondría un valor de 12.112.500 \$ al cabo de los cinco años.

## Resumen del método de capital riesgo

Hemos descrito el proceso que sigue una empresa de VC para evaluar a una compañía emprendedora y estructurar un acuerdo de financiación. La metodología combina el método de los múltiplos basados en transacciones comparables y el método DCF. Dicho brevemente, el inversor (VC) determina la fracción de propiedad de la empresa que debe obtener para satisfacer su exigencia de rendimiento como sigue:

1. El inversor en primer lugar determina el tipo de interés que desea obtener de la inversión ( $k_{\text{Rendimiento deseado del VC}}$ ).
2. La tasa de rendimiento exigida por el inversor se utiliza para determinar el valor que el inversor desea obtener al final del periodo planificado, H años (normalmente de cuatro a siete), de modo que se justifique la inversión inicial en la empresa más el efectivo menos la deuda que devenga intereses, *i. e.*,

<sup>9</sup>Esta relación es cierta solo cuando el VC no recibe ningún flujo de caja intermedio, como intereses o dividendos preferentes en aquellos casos en que la empresa emite deuda o acciones preferentes. Si se pagan flu-

$$(Inversión\ del\ VC)_{Hoy} (1 + k_{Rendimiento\ deseado\ del\ VC})^H = \left( \frac{Valor\ exigido\ a\ la}{inversión\ del\ VC} \right)_H \quad (8.1)$$

3. El inversor a continuación estima el valor de los recursos propios de la empresa al final del periodo planificado utilizando un múltiplo del EBITDA proyectado de la empresa en el año  $H$ , *i. e.*,

$$\left( \frac{Valor\ estimado}{de\ los\ RRPP} \right)_H = EBITDA_H \times Múltiplo\ del\ EBITDA_H + Efectivo_H - Deuda_H \quad (8.2)$$

4. Por último, el inversor calcula la fracción del valor futuro de la empresa que se necesitará para satisfacer su rendimiento exigido (*i. e.*, la inversión inicial compuesta a la tasa de rendimiento deseada del inversor durante el periodo de inversión), como sigue:

$$Participación\ del\ VC = \frac{\left( \frac{Valor\ exigido\ a\ la}{inversión\ del\ VC} \right)_H}{Valor\ estimado\ de\ los\ RRPP_H} \quad (8.3)$$

Por tanto, el método VC resulta en una estimación de la participación del VC en la propiedad de la empresa que genera la tasa de rendimiento deseada.

## Valoración de los recursos propios de la empresa antes y después de la inversión

Acabamos de señalar que el enfoque de capital riesgo se centra en el valor de la empresa a la fecha futura en la que el VC planea salir de la inversión. No obstante, los empresarios de VC también estiman el valor a la fecha actual de los negocios en los que invierten. El valor implícito de los recursos propios de la empresa hoy se captura en lo que se denomina el **valor tras la inversión** (*post-money*). Por ejemplo, en el caso de Bear-Builders.com, el VC consigue el 56% de la propiedad a cambio de una inversión de 2 M\$; esto implica que el valor de los recursos propios de la empresa tras la inversión del VC es de 3.571.428 \$. Esto es:

jos de caja intermedios, entonces el lado derecho de la Ecuación 8.1 se reduce en un importe igual al valor futuro de todos estos pagos intermedios, compuestos a la tasa de rendimiento deseada por el VC (por ejemplo, cuando los pagos intermedios de intereses denotados por  $Int_t$  se realizan anualmente hasta el año  $H$ ):

$$\begin{aligned} & (Inversión\ del\ VC)_{Hoy} (1 + k_{Rendimiento\ deseado\ del\ VC})^H + \sum_{t=1}^H Int_t (1 + k_{Rendimiento\ deseado\ del\ VC})^{t-1} \\ & = \left( \frac{Valor\ exigido\ a\ la}{inversión\ del\ VC} \right)_H \end{aligned}$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor tras la inversión} \\ \text{de los RRPP de la empresa} \end{array} \right) = \frac{\text{Financiación proporcionada por la empresa de VC}}{\text{Propiedad de la empresa de VC (\%)}} \\ = \frac{2.000.000\$}{0,56} = 3.571.428\$$$

El valor tras la inversión es centro de las negociaciones entre el empresario y el VC. Básicamente, proporciona una forma abreviada para describir la estructura de la operación de VC.

Los empresarios de VC también utilizan el término **valor antes de la inversión** (*pre-money*) para referirse a la diferencia entre el valor implícito de los recursos propios de la empresa tras la inversión y el importe que el VC invierte en la empresa. En este caso el valor antes de la inversión es de 1.571.428 \$, *i. e.*,

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor antes de la inversión} \\ \text{de los RRPP de la empresa} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{Valor tras la inversión} \\ \text{de los RRPP de la empresa} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{Financiación proporcionada} \\ \text{por la empresa de VC} \end{array} \right) \\ = 3.571.428\$ - 2.000.000\$ = 1.571.428\$$$

Los elementos críticos del valor antes y después de la inversión ya han sido expuestos, y los cálculos son inmediatos. La importancia de estos conceptos para el analista financiero se deriva de que los inversores de VC los utilizan constantemente. Los valores antes y después de la inversión representan toscas estimaciones del valor de los recursos propios de la empresa a la fecha de la financiación.

## Afinamiento de la estructura de la operación

Los empresarios a menudo se sorprenden y frustran al conocer cuánto de su empresa deben ceder para conseguir financiación de VC. En esta sección explicamos cómo el empresario puede bajar la tasa de rendimiento exigida por el VC asumiendo una parte mayor del riesgo. Aunque no podemos describir explícitamente cómo funciona esta compensación, podemos referir cómo se puede ajustar la estructura de la deuda para redistribuir el riesgo y el rendimiento entre el empresario y el inversor de VC. Consideramos dos formas alternativas para estructurar la inversión de VC: el uso de compromisos de financiación por etapas y la emisión de un tipo de título diferente (por ejemplo, acciones preferentes por oposición a acciones ordinarias).

### Utilización de financiación por etapas

Como mencionamos antes, las tasas de rendimiento que exige el VC son bastante elevadas porque las inversiones tienen mucho riesgo y las proyecciones de los flujos de caja tienden a ser demasiado optimistas. Por tanto, cualquier acción que se pueda llevar a cabo para reducir el riesgo del VC y reforzar la confianza del empresario resultará en una menor tasa de rendimiento exigida por parte del VC.

Dado que los empresarios de VC tienden a ser escépticos ante las proyecciones de los flujos de caja y quieren limitar sus riesgos, suelen realizar lo que se denomina compromisos de financiación por etapas. En lugar de proporcionar al empresario toda la financiación requerida de una sola vez, el VC hace inversiones parciales o por etapas conforme la em-

presa va alcanzando determinados hitos de resultados y se necesitan los fondos. Este proceso otorga al VC control sobre el acceso al capital de la empresa, y por tanto reduce el riesgo de la inversión. Si el VC no está satisfecho con el progreso de la empresa, entonces simplemente no desembolsa el siguiente pago<sup>10</sup>.

Volvamos a nuestro ejemplo de Bear-Builders.com para ilustrar cómo la financiación por etapas puede reducir el coste de financiación para la empresa. En el ejemplo original, el empresario necesitaba 2 M\$, y el VC estaba dispuesto a proporcionar los fondos a cambio de una tasa de rendimiento anual del 50%. Por tanto, el VC requería que el valor de su capital invertido fuese de  $15.187.500 \$ = 2.000.000 \$ \times (1 + 0,50)^5$  al cabo de cinco años. Dado que se estima que los recursos propios de la empresa valen 27.300.000 \$ en ese momento, calculamos que el VC debe recibir  $15.187.500 / 27.300.000 = 56\%$  de los recursos propios de la empresa.

Ahora consideremos una alternativa de financiación por etapas en la que el VC invierte 1 M\$ al inicio (siempre exigiendo una tasa de rendimiento del 50%, dado que es capital de lanzamiento), pero invierte el segundo millón dos años más tarde, a condición de que la empresa haya alcanzado ciertas cotas de resultados. Dado que la inversión de segunda etapa tiene menos riesgo, asumimos que el VC solo requiere un rendimiento del 30% sobre esta segunda inyección de capital.

Utilizando compromisos de financiación por etapas, el VC requiere el siguiente rendimiento al final de los cinco años (suponiendo que la financiación de la segunda etapa se da):

<b>Etapas de financiación</b>	<b>Financiación proporcionada</b>	<b>Rendimiento exigido al final del año 5</b>
Primera	1.000.000 \$	$1.000.000 \$ \times (1 + 0,50)^5 = 7.593.750 \$$
Segunda	1.000.000 \$	$1.000.000 \$ \times (1 + 0,30)^3 = 2.197.000 \$$
Total	<u>2.000.000 \$</u>	<u>9.790.750 \$</u>

El VC ahora requiere solo 9.790.750 \$ por su inversión de 2.000.000 \$. Este importe representa  $9.790.750 / 27.300.000 = 36\%$  del valor de los recursos propios al cabo de los cinco años. Esta dramática reducción (del 56% al 36%) representa el impacto de dos aspectos: en primer lugar, el VC solo desembolsa 1 M\$ de capital para los dos primeros años (no los 2 M\$ de antes); y en segundo lugar, el rendimiento requerido por el VC en la segunda etapa es solo del 30%.

Nótese que el análisis anterior supone que la financiación de la segunda etapa se proporciona con certeza. Esto, sin embargo, no es necesariamente así, dado que el VC controla la decisión de invertir en la segunda etapa, y solo lo hará si la inversión parece favorable en ese momento. Al acordar un compromiso por etapas, el VC tiene la “opción” de invertir en la segunda etapa, más que la obligación, y elegirá no invertir más fondos si la empresa no proporciona los resultados esperados. Dado que esta opción es valiosa (como veremos en el Capítulo 11), el VC está dispuesto a proporcionar la financiación a una tasa más baja.

Debe enfatizarse que el empresario cede menos de su negocio, pero nadie da “duros a pesetas”: se le exige que asuma un riesgo mayor. Si no alcanza las cotas de resultados al cabo de dos años, no podrá obtener los fondos necesarios para mantenerse en el negocio. Pero si el empresario tiene mucha confianza en alcanzar la cota, entonces la finan-

<sup>10</sup>Diremos más sobre la financiación por etapas más adelante, cuando tratemos las opciones.

ciación por etapas puede ser preferible. De forma similar, la renuencia a aceptar un compromiso de financiación por etapas por parte de un empresario es una señal muy negativa para el VC.

#### Utilización de deuda o acciones preferentes

Un empresario convencido también puede conseguir una financiación más favorable asumiendo una parte mayor del riesgo del negocio y limitando la exposición al riesgo del VC emitiendo deuda o títulos preferentes de recursos propios. El riesgo del VC se reduce por virtud de los derechos de los que la deuda y las acciones preferentes disfrutan, superiores a los de las acciones ordinarias. De nuevo, no dan “duros a pesetas”: el empresario recibe una financiación menos costosa al limitar la exposición al riesgo del VC, y en el proceso asume más riesgo sobre sus hombros.

Para demostrar cómo funciona este proceso, utilizamos de nuevo el ejemplo de Bear-Builders.com. Esta vez, en lugar de emitir acciones ordinarias al VC, la empresa emite acciones preferentes convertibles con un tipo de dividendo del 8%, o un dividendo anual de 160.000 \$ (es decir, 2 M\$ × 0,08). Las acciones preferentes pueden convertirse en acciones ordinarias a discreción del VC. (No suele haber incentivo por parte del inversor para convertirlas pronto). Si el VC quiere un rendimiento del 40% y el horizonte de inversión es de cinco años, la corriente de flujos de caja para el VC es la siguiente:

Tasa de rendimiento deseada del VC	40%					
Horizonte de inversión del VC	5					
Pagos anuales de intereses o dividendos	160.000 \$					
Financiación proporcionada por el VC	(2.000.000) \$					
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Dividendos	(2.000.000) \$	160.000 \$	160.000 \$	160.000 \$	160.000 \$	160.000 \$
Valor de conversión a los cinco años						9.003.386 \$
Flujos de caja del VC	(2.000.000) \$	160.000 \$	160.000 \$	160.000 \$	160.000 \$	9.163.386 \$

El cálculo clave que debemos hacer es el valor de la conversión de las acciones que ocurrirá en el quinto año. Si las acciones preferentes pueden convertirse en 9.003.386 \$ de acciones ordinarias, entonces la inversión de 2 M\$ del VC alcanzará la tasa anual de rendimiento deseada del 40%. Esto, a su vez, requiere que el VC reciba el 32,98% de las acciones de la empresa, valoradas antes en 27.300.000 \$, un ahorro sustancial respecto al 56% de propiedad que se requería al utilizar acciones ordinarias.

## 8.4. VALORACIÓN DE INVERSIONES LBO

**La compra apalancada de empresas o LBO** es una estrategia de adquisición de negocios en la que el grupo de inversores adquiere todos los recursos propios de una empresa y asume sus deudas<sup>11</sup>. La adquisición se financia fundamentalmente con deuda; de ahí el término

<sup>11</sup>Cuando la adquisición se hace conjuntamente con la dirección de la empresa, nos referimos a la transacción como “compra apalancada por parte de la dirección” o MBO.

**C O N S E J O S   D E L**  
**P R O F E S I O N A L****Cómo crean valor las empresas de capital privado: una entrevista con Jack Furst**

Durante los últimos 25 años, hemos visto idas y venidas en la forma de la que los inversores de capital privado generan rendimientos. Al comienzo de la primera década de este siglo replanteamos nuestro enfoque de inversión para contemplar los cambios en los tipos de interés de los préstamos, y ahora intentamos añadir valor a nuestras inversiones mediante tres herramientas.

**En primer lugar, seguimos una estrategia de inversión que se ha demostrado eficaz.** Invertimos en activos mal gestionados, mal valorados o poco capitalizados que pueden transformarse en compañías mucho mayores y mejor valoradas si se invierte capital nuevo y se crean estrategias operativas bien definidas. Este enfoque de inversión nos permite generar valor para los inversores aprovechándonos de la prima de precio que pagan las grandes empresas, comparadas con las empresas pequeñas y en manos privadas. Esta estrategia se puede simplificar más centrándose en sectores concretos. HM Capital, por ejemplo, invierte fundamentalmente en los sectores energético, alimenticio y de medios de comunicación, en los que tiene una larga historia de éxitos y una amplia red de contactos.

Un ejemplo reciente de esta estrategia es la inversión de HM Capital en Regency Energy Partners en diciembre de 2004. Antes de la adquisición, Regency era un conjunto de activos dispersos de acumulación y proceso de gas natural en el Sudoeste. En solo 14 meses, HM Capital transformó a Regency en un actor relevante en el sector y sacó la empresa a bolsa. La OPI proporcionó a HM Capital los medios para devolver todo el capital a los inversores, en una estructura que les permitía mantener una amplia participación en Regency.

**La segunda herramienta que usamos es el capital del cambio.** Transformamos nuestras adquisiciones mediante estrategias diseñadas para hacer crecer los ingresos, aumentar los beneficios y optimizar los activos. En HM Capital nos referimos a estas estrategias y al papel activo que desempeñamos al transformar nuestras inversiones como “capital del cambio”. Solemos comprar empresas que no han sido gestionadas todo lo eficientemente que creemos posible. A menudo esto se debe a que la empresa es una división de una compañía mayor y ha sido ignorada por parte de la dirección o de la matriz. En otros casos, la empresa comprada está siendo gestionada por un equipo de dirección que tiene poca participación en la empresa e incentivos muy bajos como para llevarla de forma eficaz. En ambos casos, nuestro objetivo es alinear los intereses de la dirección con los nuestros para reducir los costes operativos y crear valor para los propietarios.

Durante nuestra evaluación de una oportunidad de inversión, identificamos los cambios que habrá que implementar después de la adquisición y si el equipo directivo está en disposición de ejecutar estas estrategias. Continuamos trabajando con la dirección después de la adquisición para afinar e implementar nuestras estrategias de capital del cambio.

Volviendo al ejemplo de Regency, la tesis de inversión de HM Capital era que la compañía era un activo infrautilizado con un potencial de crecimiento atractivo. Junto con la dirección de

“apalancada”. La Figura 8.4 ilustra la proporción de la financiación total que proviene de la deuda y cómo varía con el tiempo según las condiciones del mercado; suele constituir entre el 50% y el 80% de la estructura de capital de la LBO.



Regency, HM Capital desarrolló un plan de capital del cambio para invertir 140 M\$ en la expansión de la capacidad de transmisión de Regency y su transformación en un negocio de transmisión de gas natural a partir del negocio de acumulación y procesado de gas natural que era. Este gasto de capital cuadruplicaría la capacidad de los gasoductos de Regency, duplicaría sus flujos de caja y ayudaría a preparar a la empresa para una OPI.

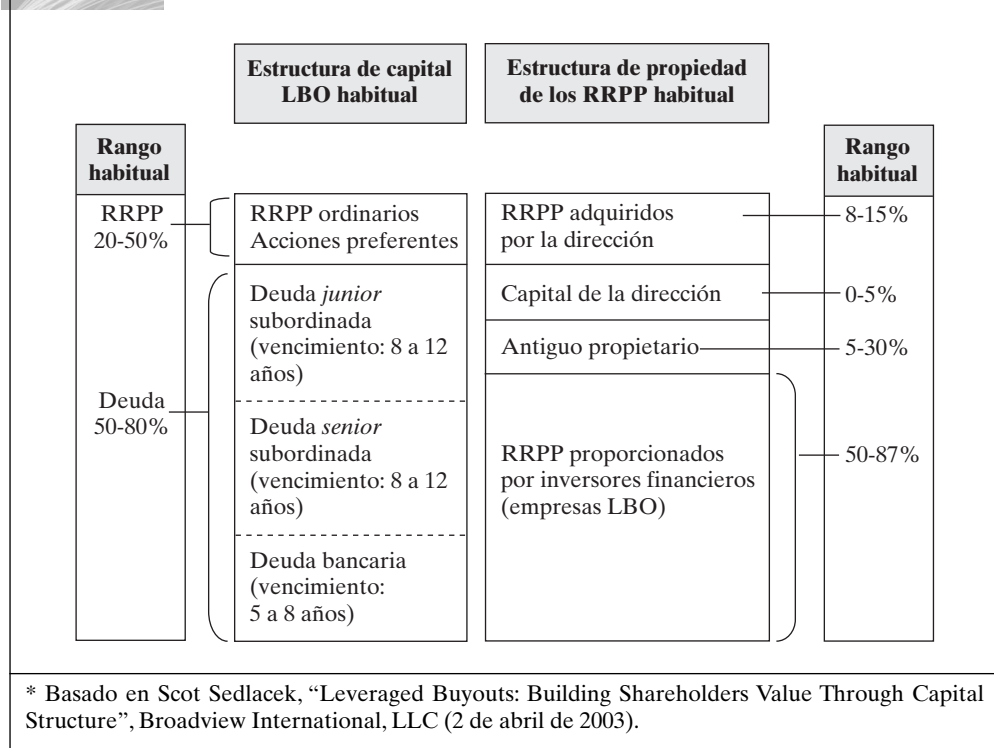
**La tercera herramienta a nuestra disposición es el apalancamiento financiero mientras fraguamos la estructura de capital.** Mucho se ha dicho sobre la cantidad de deuda que utilizan las empresas de capital privado. De hecho, se nos solía llamar inversores de compra apalancada de empresas (LBO) durante la década de 1980 porque utilizábamos niveles elevados de deuda para financiar nuestras adquisiciones. Ahora utilizamos el apalancamiento para proveernos de la flexibilidad necesaria para implementar nuestras estrategias de capital del cambio y generar una tasa de rendimiento más elevada en las inversiones. Cuando se usa correctamente, el apalancamiento financiero no es más que un catalizador de los rendimientos de los recursos propios que acelera el proceso.

El sector del capital privado ha cambiado significativamente desde que empecé en el negocio. El apalancamiento se utiliza mejor para equilibrar las necesidades de deuda y recursos propios de la estructura de capital, y la dimensión de las transacciones ha aumentado dramáticamente. Hoy no es raro que las empresas de capital privado unan sus fuerzas para comprar empresas cotizadas de entre 15.000 y 25.000 M\$. Además, el objetivo del inversor de capital privado ha evolucionado: comprar una sociedad limitada, rediseñar su estructura de costes y luego sacarla a bolsa o venderla a un inversor privado. Por tanto, el enfoque para ganar dinero ha variado desde las escisiones (*break-ups*) en los 70 y 80 hacia las compras y consolidaciones (*buy and build*) a mitad de los 80 y las compras, reestructuraciones y consolidaciones (*buy, restructure and build*) de los 90. Cuanto más cambian las cosas, más permanecen iguales. El capital privado como tipo de activo es tan atractivo como lo ha sido siempre.

**Sobre el autor.** Jack D. Furst cofundó Hicks, Muse, Tate & Furst en 1989, renombrada HM Capital Partners en 2006, y ahora es consejero y miembro del comité de inversión de la empresa. También es miembro del consejo de administración de varias empresas de la cartera e instituciones sin ánimo de lucro. El señor Furst se licenció en Administración de Empresas en el College of Business Administration de la Arizona State University en 1981 y obtuvo un MBA en la Graduate School of Business de la Universidad de Texas en 1984.

**Sobre HM Capital.** HM Capital Partners LLC es una empresa de capital de Dallas que utiliza su conocimiento del sector para comprar, modificar y construir negocios estratégicamente relevantes. HM Capital crea fondos a partir de inversores (fondos de pensiones, instituciones financieras e inversores privados adinerados) en la forma de sociedades limitadas. La empresa suele dirigirse a empresas que funcionan por debajo de su potencial, de nichos concretos (televisión por cable, guías telefónicas, producción y transporte de gas y alimentos de marca), los consolida en negocios estratégicamente relevantes y luego los vende a inversores privados o los saca a bolsa.

La utilización extrema del apalancamiento financiero es una característica definitoria de las LBO cuando se comparan con las estructuras de capital de las empresas antes de la LBO. ¿Por qué las inversiones de capital privado están tan apalancadas? Quizá los patrocini-

**Figura 8.4 Estructuras de capital LBO\***

nadores del capital privado pueden atraer a los inversores más fácilmente ofreciéndoles rendimientos altamente apalancados en lugar de rendimientos desapalancados pero más modestos. Sin embargo, este efecto de apalancamiento puro no puede crear valor por sí solo. El apalancamiento financiero también tiene un importante efecto de anclaje: al cargar sus inversiones con una cantidad sustancial de deuda, los patrocinadores del capital privado fuerzan a la dirección a tomar decisiones difíciles que pueden ser necesarias en situaciones adversas. Además, el hecho de que las instituciones financieras sofisticadas estén dispuestas a proporcionar la deuda para estas entidades altamente apalancadas debería proporcionar cierta tranquilidad a los inversores en recursos propios.

### Estrategias alternativas de adquisición LBO: *bust-up* y *build-up*

Como describe el recuadro de Consejos del sector, la utilización de la estrategia de adquisición LBO fue muy popular en los 80. La mayor parte de las compras apalancadas en esa época eran conocidas como LBO *bust-up*. El término *bust-up* se refiere al hecho de que, una vez se toma el control de la empresa comprada, el nuevo dueño vende algunos de los activos de la empresa (o todos ellos) y utiliza las ganancias para devolver la deuda utilizada para financiar la adquisición. Estas adquisiciones también se asociaban con los esfuerzos para incrementar la eficiencia de las operaciones de los activos remanentes, lo que a menudo conllevaba reducciones en la plantilla de la empresa.

## CONSEJOS DE LA INDUSTRIA

### LBO: de los *bust-ups* a los *build-ups*

En los años 80, el término compra apalancada de empresas o LBO se hizo sinónimo de codicia empresarial. Los libros y películas como *Wall Street*, *Barbarians at the Gate* y *Con el dinero de los demás* (*Other people's money*) dieron *glamour* al proceso de comprar una empresa con dinero prestado para financiar la mayor parte de la compra. Técnicamente, una LBO es simplemente la adquisición de una empresa utilizando un importe masivo de deuda y muy pocos recursos propios. Sin embargo, el uso extremo de deuda tiene implicaciones importantes. Las exigencias de intereses y principal de la deuda son tan onerosas que someten a la dirección de la empresa adquirida a un estricto régimen de maximización de los flujos de caja. Esto puede suponer una fuente de valor muy importante para una empresa que no se gestionaba eficientemente antes de la LBO.

Una forma popular de LBO en los 80 consistía en adquirir una empresa que no estaba rindiendo de acuerdo con su potencial. La empresa compradora vendía entonces el excedente de capacidad y despedía a los trabajadores de la empresa comprada para que los activos remanentes fuesen más productivos. Este tipo de LBO se conocía como “LBO *bust-up*”.

En muchos casos, en cuestión de años o incluso meses la empresa de LBO que compraba conseguía un beneficio enorme con la venta de la empresa adquirida. La mayor parte del precio de compra se financiaba con bonos basura (*junk bonds*) con un riesgo de crédito muy elevado, y los pagos de intereses y principal se hacían utilizando los flujos de caja futuros de la adquisición (una combinación de los beneficios de la empresa y la venta de los activos en el caso de las LBO *bust-up*). Por tanto, en cierto sentido, la empresa comprada en esencia se pagaba sola, mientras que la dirección de la empresa de LBO se quedaba con cualquier incremento del valor de la empresa como beneficio.

Más recientemente, las LBO *build-up* se han utilizado para consolidar empresas de sectores fragmentados con un gran número de competidores y con potencial de economías de escala de las operaciones. El proceso consiste en adquirir primero una empresa “plataforma” o base y luego comprar cierto número de empresas relacionadas, de modo que se construya una empresa de tamaño suficiente como para sacarla a bolsa.

A comienzos de los 90, se desarrolló una estrategia diferente de capital privado que creaba una gran empresa cotizada a partir de la adquisición de una empresa inicial (la “empresa plataforma”), seguida de una serie de adquisiciones adicionales más pequeñas. Esta estrategia, descrita en la entrevista con Jack Furst en el recuadro de Consejos del profesional, se suele conocer con el nombre de estrategia *build-up*.

#### Ejemplo: LBO *build-up*

La LBO *build-up* es un caso particular de estrategia de fusión envolvente, en la que una empresa adquiere un grupo de empresas de negocios similares y las combina en una única entidad. Por ejemplo, Hicks, Muse, Tate y Furst, una empresa de capital privado de Dallas, Texas (predecesora de HM Capital), compró Berg Electronics a E. I. DuPont en 1993 por

370 M\$. La adquisición se convirtió en la empresa plataforma a la que se añadieron 100 M\$ en adquisiciones antes de la OPI de Berg en 1996<sup>12</sup>.

Para ilustrar las dificultades de valoración que conlleva una LBO *build-up*, consideramos una transacción típica de esta clase por parte de una sociedad de capital privado. Los socios de nuestra empresa hipotética de capital privado, Hokie Partners, LP, están considerando la adquisición de PMG Foods, Inc., una empresa de electrónica que fabrica circuitos impresos para su uso en múltiples aplicaciones. PMG Foods es una filial poseída en su totalidad por una gran empresa química, que ha decidido que el negocio ya no es crítico para el éxito de la empresa y quiere vender PMG Foods al mejor postor.

Los datos de la adquisición de PMG Foods que se encuentran en la Tabla 8.1 indican que la empresa tiene un EBITDA de 100 M\$. Se espera que la adquisición requiera un precio de compra de cinco veces el EBITDA, o 500 M\$. Además de la inversión en recursos propios de Hokie Partners y sus socios, la compra se financia con un 75% de deuda que tiene un tipo de interés del 14%. Esta deuda tiene unas cláusulas que requieren que todo el excedente de efectivo se utilice para devolver el principal, lo que significa que los inversores en recursos propios no recibirán nada hasta el quinto año, cuando se venda la empresa. Este requisito se conoce comúnmente como “barrido de caja”.

Hokie Partners proyecta que puede incrementar el EBITDA a una tasa del 10% anual durante cinco años y luego vender la empresa, con suerte por seis veces el EBITDA. Cuando Hokie venda la empresa, su deuda pendiente será devuelta y el dinero remanente será repartido entre los inversores en los recursos propios.

Estimar los rendimientos de los recursos propios de la empresa plataforma

En la Tabla 8.2 evaluamos los EFCF y la tasa de rendimiento compuesta correspondientes al caso en que se cumplen las estimaciones de la Tabla 8.1. Recuerde la definición de EFCF del

**Tabla 8.1 PMG Foods, Inc., datos de la adquisición**

Estimaciones de ingresos		Múltiplos del EBITDA de adquisición y venta	
EBITDA del año en curso (M\$)	100 M\$	Múltiplo de compra: empresa plataforma (PMG Foods)	5
Tasa de crecimiento del EBITDA	10%	Múltiplo de compra: empresa añadida (Centex)	3
Periodo planificado de inversión	5 años	Múltiplo de venta de la empresa (cosecha)	6
Tipo impositivo	35%		
Vida útil de los activos	10 años		
Gasto por amortización (año 0)	40 M\$		
<b>Estructura de capital de la LBO</b>			
Deuda/activo (valor en libros)	75%		
Coste de los intereses	14%		
<b>CAPEX anual</b>	50 M\$		

<sup>12</sup>Para conocer más detalles, véase S. Kaplan, J. Martin y R. Parrino, Berg Electronics Corporation, <http://ssrn.com/abstract=256107>.

Capítulo 2, que se centra en los flujos de caja que van al accionista ordinario (por oposición a los FFCF)<sup>13</sup>. A causa de la exigencia del barrido de caja de la deuda, los EFCF de los cinco años del periodo planificado son iguales a cero<sup>14</sup>, lo que implica que los pagos proyectados de principal de la deuda de la empresa son iguales a la cantidad de efectivo que queda después de atender todos los gastos de la empresa (incluidas las compras de nuevos bienes de capital).

**Tabla 8.2 Estimar los rendimientos de los recursos propios en la adquisición de PMG Foods, Inc. (M\$)**

<b>Panel a. Ingresos netos proyectados y EFCF</b>						
<b>Estados financieros <i>pro forma</i></b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
EBITDA		110,00	121,00	133,10	146,41	161,05
Menos: amortización		(45,00)	(50,00)	(55,00)	(60,00)	(65,00)
EBIT		65,00	71,00	78,10	86,41	96,05
Menos: intereses		(52,50)	(52,06)	(50,34)	(47,11)	(42,14)
Beneficio antes de impuestos		(12,50)	18,94	27,76	39,30	53,91
Menos: impuestos		(4,38)	(6,63)	(9,72)	(13,75)	(18,87)
Ingresos netos		8,13	12,31	18,04	25,54	35,04
<b>Cálculo del EFCF</b>						
Más: amortización		45,00	50,00	55,00	60,00	65,00
Menos: CAPEX		(50,00)	(50,00)	(50,00)	(50,00)	(50,00)
Menos: pagos de principal		(3,13)	(12,31)	(23,04)	(35,54)	(50,04)
EFCF		—	—	—	—	—
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Préstamo pendiente	375,00	371,88	359,57	336,52	300,98	250,93
<b>Panel b. Valoración de la LBO de la compañía plataforma en el año 5 y la TIR de la inversión</b>						
	<b>Año 0</b>	<b>Año 5</b>				
Deuda	375,00	250,93				
Recursos propios	125,00	715,37				
Empresa	500,00	966,31				
<b>Tasas internas de rentabilidad (TIR)</b>						
Recursos propios (con deuda: apalancadas)	41,75%					
Recursos propios (sin deuda: desapalancadas)	22,46%					

<sup>13</sup>EFCF = Ingresos netos + Gasto por amortización – CAPEX – Variación de capital circulante neto – Pagos de principal + Nueva deuda emitida.

<sup>14</sup>Nótese que en la Tabla 8.2 se fuerza a que los EFCF sean cero mediante la retirada de 3,13 M\$ de deuda en el primer año, reduciendo por tanto la deuda de la empresa de 375 M\$ a 371,88 M\$; la retirada de 12,31 M\$ en el año 2, que reduce la deuda aún más hasta 359,57 M\$; y así en adelante.

Nótese que la transacción requiere una inversión de 500 M\$, y si todo va según lo previsto, producirá un EBITDA de 161,05 M\$ en cinco años. En este escenario, Hokie Partners venderá PMG Foods por seis veces el EBITDA, lo que implica un valor de 966,31 M\$ y un valor de los recursos propios de 715,37 M\$ (netos de la deuda pendiente en el quinto año, de 250,93 M\$). Dadas estas proyecciones, la inversión original en recursos propios de 125 M\$ crece hasta los 715,37 M\$ en cinco años, lo que representa una tasa de rendimiento anual compuesta del 41,75%<sup>15</sup>. Esto, por supuesto, debe interpretarse como un rendimiento deseado (más que esperado), basado en un escenario en que el EBITDA crece bastante deprisa y la empresa se vende por un múltiplo más elevado que el que se pagó por ella. La rentabilidad también es bastante elevada porque representa los rendimientos de una inversión altamente apalancada.

Para comprender los efectos del apalancamiento financiero sobre el rendimiento de los recursos propios, consideramos los rendimientos desapalancados en esta inversión bajo el mismo escenario. Si el inversor de recursos propios desembolsase los 500 M\$ del precio de adquisición, entonces la inversión arrojaría unos flujos de caja anuales iguales al principal y los intereses después de impuestos. Suponiendo de nuevo que la empresa se vende por 966,31 M\$ al cabo de cinco años, la tasa de rendimiento anual compuesta es de solo 22,46%<sup>16</sup>. Esta tasa de rendimiento aún es alta, pero muy inferior a la tasa de rendimiento apalancada de 41,75%. De forma similar, podemos considerar los rendimientos de esta inversión en un escenario mucho menos favorable en que el crecimiento del EBITDA sea del 4%, en lugar del 10%, y el múltiplo del EBITDA en el quinto año es solo de cuatro, en lugar de 6. En este escenario, los dueños de los recursos propios obtienen un valor al cabo de los cinco años de solo 156,95 M\$, lo que implica un rendimiento apalancado de solo el 4,66%. En este escenario menos favorable, el rendimiento desapalancado es del 7,90%, que supera al rendimiento apalancado porque la inversión gana menos que el tipo de interés de la deuda. ¡El apalancamiento financiero es verdaderamente un arma de doble filo! Amplifica los rendimientos cuando los resultados son favorables, pero los merma cuando los resultados son desfavorables.

#### Analizar los rendimientos de la inversión añadida

La segunda etapa de una LBO *build-up* consiste en adquirir una o más inversiones añadidas. Para ilustrar cómo evaluar estas adquisiciones añadidas, consideramos los detalles de la compra de Centex PowerPak Systems, Inc., que se encuentran en la Tabla 8.3.

Esta adquisición difiere de la adquisición de la empresa plataforma en dos aspectos importantes. En primer lugar, es una empresa mucho menor, con un EBITDA anual de solo 12 M\$ en el año actual. Como se comentó anteriormente en el recuadro de Consejos del profesional sobre Jack Furst, a menudo se compran las empresas pequeñas por múltiplos más bajos, y supondremos que en este caso Centex puede comprarse por tres veces su nivel actual de EBITDA, o 36 M\$. Agregar los activos relativamente baratos de la empresa añadida a la empresa plataforma, mejor valorada, y vender ambas por un múltiplo más elevado de la empresa plataforma al cabo de cinco años genera un valor añadido al que las empresas de capital privado se refieren como “expansión de los múltiplos”.

<sup>15</sup> $125 \text{ M\$} \times (1 + \text{TIR})^5 = 715,37 \text{ M\$}$ , de modo que la TIR es 41,75%.

<sup>16</sup>La TIR para el inversor en los recursos propios que invierte 500 M\$ a cambio de los flujos de caja futuros (M\$) es 22,46%. Nótese que en el año 5 el inversor recibe el EFCF anual de 77,43 M\$ más el valor previsto de venta de la empresa, de 966,31 M\$ (= 1.043,74 M\$).

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(500,00)	37,25	46,15	55,77	66,17	1.043,74

**Tabla 8.3 Detalles de la adquisición de Centex PowerPark Systems, Inc.**

EBITDA del año en curso (M\$)	12,00	Múltiplo del EBITDA de compra	3
Tasa de crecimiento del EBITDA	10%	Periodo de planificación	5 años
Tipo impositivo	35%	CAPEX anual (M\$)	10,00
Vida útil de los activos	10 años	Gasto por amortización (año 0) (M\$)	3,00
<b>Estructura de capital de la LBO</b>			
Deuda/activo (valor en libros)	100%		
Coste de los intereses (periodo de planificación)	14%		
Coste de los intereses (periodo post planificación)	9%		

La segunda diferencia entre la adquisición de la empresa plataforma y la añadida tiene que ver con la financiación. La deuda de la empresa añadida generalmente está garantizada por la empresa plataforma, así que es difícil determinar exactamente qué parte de la deuda se puede atribuir al añadido. En el ejemplo concreto que estamos considerando, la empresa plataforma financia la adquisición por completo con deuda.

**Tabla 8.4 Análisis de la adquisición añadida de Centex powerPark Systems, Inc. (M\$)**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
EBITDA		13,20	14,52	15,97	17,57	19,33
Menos: amortización		(4,00)	(5,00)	(6,00)	(7,00)	(8,00)
EBIT		9,20	9,52	9,97	10,57	11,33
Menos: intereses		(5,04)	(5,50)	(5,84)	(6,02)	(6,03)
Beneficio antes de impuestos		4,16	4,02	4,14	4,55	5,30
Menos: impuestos		(1,46)	(1,41)	(1,45)	(1,59)	(1,86)
Ingresos netos		2,70	2,61	2,69	2,96	3,45
Más: amortización		4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
Menos: CAPEX		(10,00)	(10,00)	(10,00)	(10,00)	(10,00)
Menos: pagos de principal*		3,30	2,39	1,31	0,04	(1,45)
EFCF**	—	—	—	—	—	74,36
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Deuda	36,00	39,30	41,68	43,00	43,04	41,59

\*Notese que se restan los pagos del principal, mientras que se suma la deuda adicional. Por tanto, en el primer año es necesario pedir prestados 3,3 M\$ adicionales para cubrir las necesidades de flujos de caja de la empresa.

\*\*Dado que el 100% del precio de compra se financia con deuda, la inversión en RRPP en el año 0 es nula. Más aún, en el quinto año el EFCF de centex incluye el valor estimado de los RRPP de la empresa basado en la asunción de que se vende la empresa. Dado que no hay inversión añadida en RRPP en el año 0, la TIR de la inversión añadida queda indefinida (en román paladino: es inmensa). Si solo se financiara el 75% del precio de adquisición, como en el caso de la compañía plataforma, la TIR habría sido del 57,88%, que aún es bastante alta.

De nuevo, los EFCF iniciales son cero, porque se utilizará todo el flujo de caja de la empresa para pagar su deuda. Sin embargo, los flujos de caja iniciales de la empresa no son suficientes para cubrir los intereses de la deuda y los requerimientos de CAPEX (véase Tabla 8.4), y por tanto será necesario pedir más fondos prestados en los años 1 a 4. En el año 1, los flujos de caja se quedan cortos por 3,3 M\$, lo que incrementa la deuda total de la adquisición de Centex de 36 M\$ a 39,3 M\$. A partir del año 5, el crecimiento de los ingresos operativos es suficiente para pagar los intereses, cubrir el CAPEX y devolver 1,45 M\$ de la deuda de la inversión añadida.

La Tabla 8.4 muestra un análisis de los beneficios proyectados y el EFCF de la adquisición de Centex PowerPak. En este caso, la tasa de rendimiento de los recursos propios vendrá determinada por la parte de la deuda nueva que se emite para comprar la empresa se puede atribuir a Centex PowerPak. Si hubiéramos asumido una financiación del 75%, como en la empresa plataforma, la TIR de la inversión de  $9 \text{ M\$} = 25\% \times 36 \text{ M\$}$  en la empresa añadida habría sido del 57,88%, que aún es muy elevada.

¿Tiene sentido la inversión añadida? Si la empresa plataforma y la añadida tienen riesgos parecidos y la empresa plataforma se considera una buena inversión con su tasa de rendimiento de los recursos propios del 41,75%, el añadido, con su rentabilidad mucho mayor, es una inversión todavía más atractiva.

En el panel a de la Tabla 8.5 vemos que el EBITDA combinado (de la plataforma y sus añadidos) alcanza los 180,38 M\$ en el año 5, lo que, con el múltiplo supuesto de seis veces el EBITDA a la fecha de cosecha o venta (el final del quinto año), supone un valor esperado de salida de 1.082,26 M\$. Tras restar los 292,53 M\$ de deuda que aún tienen las empresas combinadas al final del quinto año, queda un valor estimado de los recursos propios de 789,74 M\$. Al comparar nuestra inversión inicial en recursos propios de 125 M\$ con este valor terminal, estimamos una tasa anual compuesta de rendimiento de la inversión en recursos propios del 44,58%. En contraste, si no se hubiera utilizado deuda y los precios de la compra combinada, de 536 M\$, se hubieran cubierto con recursos propios, los EFCF combinados de la plataforma y la inversión añadida habrían sido los siguientes:

(M\$)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
EBITDA		123,20	135,52	149,07	163,98	180,38
Menos: amortización		(49,00)	(55,00)	(61,00)	(67,00)	(73,00)
EBIT		74,20	80,52	88,07	96,98	107,38
Menos: intereses		—	—	—	—	—
Beneficio antes de impuestos		74,20	80,52	88,07	96,98	107,38
Menos: impuestos		(25,97)	(28,18)	(30,83)	(33,94)	(37,58)
Ingresos netos		48,23	52,34	57,25	63,04	69,80
Más: amortización		49,00	55,00	61,00	67,00	73,00
Menos: CAPEX		(60,00)	(60,00)	(60,00)	(60,00)	(60,00)
Menos: pagos de principal		—	—	—	—	—
EFCF	(536,00)	37,23	47,34	58,25	70,04	1.165,06

La tasa anual compuesta de rendimiento a los accionistas, basada en los EFCF de la última línea de la tabla anterior, es solo del 23,07%, que es bastante elevada para una inversión desapalancada.



**Tabla 8.5 Análisis de la LBO build-up (M\$)**

<b>Panel a. Estados financieros pro forma y EFCF</b>						
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
EBITDA		123,20	135,52	149,07	163,98	180,38
Menos: amortización		(49,00)	(55,00)	(61,00)	(67,00)	(73,00)
EBIT		74,20	80,52	88,07	96,98	107,38
Menos: intereses		(57,54)	(57,56)	(56,17)	(53,13)	(48,16)
Beneficio antes de impuestos		16,66	22,96	31,90	43,85	59,21
Menos: impuestos		(5,83)	(8,03)	(11,16)	(15,35)	(20,73)
Ingresos netos		10,83	14,92	20,73	28,50	38,49
Más: amortización		49,00	55,00	61,00	67,00	73,00
Menos: CAPEX		(60,00)	(60,00)	(60,00)	(60,00)	(60,00)
Menos: pagos de principal*		0,17	(9,92)	(21,73)	(35,50)	(51,49)
EFCF**	(125,00)	—	—	—	—	—
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Deuda	411,00	411,17	401,25	379,52	344,02	292,53
<b>Panel b. Valoración de la LBO de la compañía combinada (build-up) en el año 5 y la TIR de la inversión</b>						
<b>Evaluación de TIR sobre la inversión de Empresa de Plataforma</b>						
	<b>Año 0</b>	<b>Año 5</b>				
Deuda	411,00	292,53				
Recursos propios	125,00	789,74***				
Empresa	536,00	1.082,26				
<b>Tasas internas de rentabilidad (TIR)</b>						
Recursos propios (con deuda: apalancadas)	44,58%					
Recursos propios (sin deuda: desapalancadas)	23,07%					
*Nótese que se restan los pagos de principal, mientras que se suma la deuda adicional. Por tanto, en el primer año es necesario pedir prestados 3,3 M\$ adicionales para cubrir las necesidades de flujos de caja de la empresa.						
**Dado que se financia el 75% del precio de compra de la empresa plataforma y el 100% del precio de la añadida, la inversión en recursos propios en el año 0 es de 125 M\$. Además, en el año 5 el EFCF de Centex incluye el valor estimado de los recursos propios de las dos adquisiciones basado en la asunción de que la empresa se vende.						
***Valor de los RRPP (año 5) = Valor de empresa (año 5) – Deuda que devenga intereses (año 5) + Efectivo (año 5). Por tanto, Valor de los RRPP (año 5) = 1.082,26 – 292,53 = 789,74 M\$.						

¿De dónde viene la creación de valor de esta estrategia? Hay dos fuentes posibles de sinergias que considerar porque pueden crear lo que los profesionales del capital privado llaman “expansión de los múltiplos”. La primera es el hecho de que la empresa combinada (LBO *build-up*) será mayor y más líquida que la empresa plataforma o los añadidos individuales que adquiriera. En consecuencia, la empresa combinada puede venderse por un múltiplo mayor cuando salga a bolsa. La segunda es que la empresa combinada está más diversificada y por tanto tendrá una capacidad de deuda mayor, lo que también puede resultar en un múltiplo más elevado.

### Una limitación del enfoque de valoración del capital privado (LBO)

Una debilidad del enfoque de valoración del capital privado, ilustrada en la Figura 8.5, es que no hay comparación directa posible entre los riesgos asociados a estas inversiones. Por ejemplo, el riesgo de la estrategia *build-up* de adquisición es un determinante clave de si el rendimiento previsto del 44,58% es suficiente para justificar la adopción de esta estrategia de inversión.

#### Figura 8.5 Resumen del método de valoración del capital privado

**Paso 1:** Estimar el EBITDA al final del periodo planificado de inversión mediante estados financieros *pro forma* como los que se encuentran en las Tablas 8.4 y 8.5. Esto conlleva un análisis cuidadoso del desempeño pasado de la empresa comprada, y de los cambios que la empresa de capital privado tiene en mente realizar.

**Paso 2:** Estimar el valor de empresa al final del periodo planificado de inversión como el producto del EBITDA predicho para el año  $N$  y un múltiplo de valoración del EBITDA apropiado,  $M_{\text{EBITDA año } N}$ .

$$\text{Valor de empresa}_{\text{Año } N} = M_{\text{EBITDA año } N} \times \text{EBITDA}_{\text{Año } N} \quad (8.4)$$

**Paso 3:** Calcular el valor de los recursos propios de la empresa adquirida al final del periodo planificado de inversión, como sigue:

$$\text{Valor de los RRPP}_{\text{Año } N} = \text{Valor de empresa}_{\text{Año } N} - \text{Deuda que devenga intereses}_{\text{Año } N} + \text{Efectivo}_{\text{Año } N} \quad (8.5)$$

Calculamos la deuda que devenga intereses pendiente de la empresa al final del periodo planificado de inversión (año  $N$ ) restando de la deuda inicial utilizada para financiar la adquisición todos los pagos de principal realizados durante el periodo de inversión, más cualquier cantidad tomada en préstamo hasta el año  $N$ . El efectivo se suma de vuelta, bajo la asunción de que no se ha tenido en cuenta en la estimación del valor de la empresa y constituye un activo no productivo.

**Paso 4:** Calcular la TIR de la inversión de recursos propios como sigue:

$$\text{Valor de los RRPP}_{\text{Año } 0} = \frac{\text{Valor de los RRPP}_{\text{Año } N}}{(1 + \text{TIR})^N} \quad (8.6)$$

Esto no implica que los directivos de las empresas de capital privado ignoren el riesgo y elijan sin más las inversiones con las tasas de rendimiento proyectadas más altas. En efecto, no sería raro que una empresa de capital privado seleccionase una inversión con una tasa de rendimiento proyectada del 22% antes que una inversión alternativa con un 28%, si estima que la última tiene un riesgo muy superior. Sin embargo, la cuestión sigue siendo que el enfoque de valoración LBO observado en la práctica del sector, que describimos en este capítulo, no tiene en cuenta el riesgo de forma explícita.

Tener en cuenta el riesgo explícitamente en estas transacciones es algo difícil, a causa del uso variable del apalancamiento financiero durante la vida de la inversión. Las transacciones están muy apalancadas en su arranque, pero a causa de la provisión de barrido de caja habitualmente contemplada en las cláusulas de la deuda, la ratio de endeudamiento y el riesgo del proyecto disminuyen con el tiempo (véase el panel a de la Tabla 8.5). En el Capítulo 7 señalamos que el modelo APV proporciona un método apropiado para valorar negocios cuyas estructuras de capital no son estacionarias en el tiempo, sino que cambian de forma predecible. Consideramos este enfoque en la siguiente sección.

### Valorar PMG Foods, Inc. mediante el enfoque APV híbrido

Esta sección aplica el enfoque APV presentado en el Capítulo 7 y repasado en la Figura 8.6 para valorar PMG Foods, Inc. Para emplear este enfoque utilizamos las proyecciones de flujos de caja del panel a de la Tabla 8.6 para un periodo planificado de cinco años ( $N$ ), más una estimación del valor terminal de la empresa en el año  $N$ . El panel a de la Tabla 8.6 contiene estimaciones tanto de los flujos de caja operativos desapalancados (FFCF) como de los ahorros fiscales de intereses de esta adquisición. Los FFCF crecen a ritmo constante durante el periodo planificado ( $N$ ), de 37,23 M\$ a 82,80 M\$, como resultado del crecimiento planificado de los ingresos. Por otra parte, los ahorros fiscales de intereses disminuyen de 20,14 M\$ a 16,86 M\$, como resultado de la provisión de barrido de caja en el contrato de la deuda, que exige que la empresa repague la deuda utilizando todos los flujos de caja disponibles.

Además de los flujos de caja, necesitamos estimaciones de tres tasas para descontar los flujos de caja: en primer lugar, necesitaremos el tipo de interés acreedor de la empresa ( $k_d$ ), que se utiliza para descontar los ahorros fiscales de intereses. En segundo lugar, necesitaremos el coste desapalancado de los recursos propios,  $k_u$ , para descontar los flujos de caja desapalancados de los recursos propios durante el periodo de cinco años. En tercer lugar, necesitaremos un coste del capital para descontar el valor terminal al final del quinto año, que asumiremos igual al coste de los recursos propios. El tipo de interés acreedor que utilizamos para descontar los ahorros fiscales de intereses es del 14% (panel b de la Tabla 8.6). Por último, el coste desapalancado de los recursos propios es del 11,56%. Aunque aquí no se muestran los detalles, utilizamos el mismo procedimiento para estimar el coste desapalancado de los recursos propios que ya mostramos en la Tabla 4.1.

Ahora podemos estimar el valor de PMG Foods, Inc., a fecha de hoy (no al final del quinto año). El panel b de la Tabla 8.6 contiene la estimación APV del valor de PMG Foods, Inc. El valor terminal contribuye en 626,28 M\$ a la estimación del valor total de la empresa, de 898,97 M\$. Restando la deuda inicial de la empresa, de 411,00 M\$, se obtiene un valor estimado de la inversión de la empresa de capital privado de 487,97 M\$.

¿Merece la pena la adquisición propuesta? Las cifras indican que es una gran inversión, dado que genera unos recursos propios valorados en 487,97 M\$ a partir de inversión en recursos propios de solo 125 M\$. No obstante, hay que enfatizar que los flujos de caja

**Figura 8.6 Repaso del modelo APV híbrido**

El valor de empresa se define como sigue:

$$\left( \text{Valor de empresa (APV)} \right) = \text{Valor actual} \left( \text{Flujos de caja del periodo planificado} \right) + \text{Valor actual} \left( \text{Flujos de caja tras el periodo planificado} \right) \quad (8.7)$$

donde

$$\text{Valor actual} \left( \text{Flujos de caja del periodo planificado} \right) = \sum_{t=1}^N \frac{\text{FFCF}_t}{(1+k_u)^t} + \sum_{t=1}^N \frac{(\text{Intereses}_t \times \text{Tipo impositivo})}{(1+k_d)^t} \quad (8.8)$$

y

$$\text{Valor actual} \left( \text{Flujos de caja tras el periodo planificado} \right) = \frac{\text{Valor terminal de la empresa}}{(1+k_u)^N} \quad (8.9)$$

**Leyenda**

*FFCF*: flujo de caja disponible de la empresa, que es igual al EFCF desapalancado, dado que su cálculo no conlleva desgravaciones por principal ni por intereses. Cuando el FFCF se descuenta al momento actual con el coste desapalancado de los recursos propios ( $k_u$ ), representa el valor de los recursos propios desapalancados de la empresa.

$\text{Intereses}_t \times \text{Tipo impositivo}$ : ahorros fiscales por intereses, que representan la reducción de los impuestos que resulta de las desgravaciones de los gastos por intereses.

*Valor terminal de la empresa*: valor de la empresa estimado al final del periodo planificado, que representa el valor actual de los FFCF del periodo post-planificación. El valor terminal se estima como un múltiplo del EBITDA en el año  $N$  (i. e.,  $M_{\text{EBITDA}} \times \text{EBITDA}_N$ ).

$N$ : = periodo planificado durante el cual se preparan estimaciones detalladas de los flujos de caja (normalmente de tres a cinco años).

$k_u$ : = coste desapalancado de los recursos propios.

$k_d$ : = coste de la financiación de la deuda (tipo de interés acreedor).

estimados que se han utilizado en el análisis son los deseados más que los esperados, lo que sugiere que queremos utilizar una tasa de descuento mucho mayor para valorarlos. En consecuencia, antes de emprender una inversión de esta magnitud, la empresa de capital privado haría bien en realizar un amplio abanico de análisis de sensibilidad de los factores determinantes del valor de la inversión, siguiendo los procedimientos indicados en el Capítulo 3.

**Factores determinantes del valor del capital privado**

Hay cinco factores determinantes del valor en el ejemplo que acabamos de exponer. Son:

(1) la estimación del EBITDA del primer año, (2) la tasa prevista de crecimiento del EBITDA para cada año del periodo planificado, (3) el nivel de gastos de capital requerido

cada año, (4) el múltiplo del EBITDA utilizado para estimar el valor terminal al cabo de cinco años y (5) el coste desapalancado del capital. Observaremos la sensibilidad de los resultados del proyecto a cada uno de estos factores.

**Tabla 8.6 Valoración APV de la transacción LBO *build-up* de PMG Foods, Inc.**

<b>Panel a. FFCF y ahorros fiscales de intereses</b>						
<b>(Millones de dólares)</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
EBITDA		123,20	135,52	149,07	163,98	180,38
Menos: amortización		(49,00)	(55,00)	(61,00)	(67,00)	(73,00)
EBIT		74,20	80,52	88,07	96,98	107,38
Menos: intereses		(25,97)	(28,18)	(30,83)	(33,94)	(37,58)
NOPAT		48,23	52,34	57,25	63,04	69,80
Más: amortización		49,00	55,00	61,00	67,00	73,00
Menos: CAPEX		(60,00)	(60,00)	(60,00)	(60,00)	(60,00)
FFCF		37,23	47,34	58,25	70,04	82,80
Gasto por intereses		57,54	57,56	56,17	53,13	48,16
Ahorros fiscales de intereses		20,14	20,15	19,66	18,60	16,86
Deuda	411,00	411,17	401,25	379,52	344,02	292,53
<b>Panel b. Análisis de valoración APV</b>						
<b>Asunciones:</b>						
Múltiplo del valor terminal	6 × EBITDA <sub>Año 5</sub>					
Tipo de interés acreedor de la deuda	14%					
Beta desapalancada	1,19					
Tipo de interés libre de riesgo	5,00%					
Prima de riesgo de RRPP del mercado	5,50%					
Coste desapalancado de la deuda	11,56%					
Tipo impositivo	35%					
<b>Valoración APV híbrida (M\$):</b>						
	<b>Valor actual de</b>					
	<b>EFCF desapalancados</b>	<b>Ahorros fiscales</b>				
	<b>(tasa de</b>	<b>de intereses (tasa</b>				
	<b>descuento = <math>k_u</math>)</b>	<b>de descuento = <math>k_d</math>)</b>				<b>Total</b>
Flujo de caja del periodo planificado	206,48	66,20				272,69
Flujo de caja del valor terminal (tasa de descuento = $k_u$ )						<u>626,28</u>
Valor de empresa (año 0)						898,97
Menos: deuda (año 0)						<u>(411,00)</u>
Igual: valor de los RRPP (año 0)						<u>487,97</u>

La forma más simple de análisis de sensibilidad consiste en calcular los valores críticos de los cinco factores para determinar el nivel de cada uno que produce un valor de los recursos propios de la inversión igual a la inversión de 125 M\$. Los resultados son los siguientes:

<b>Factor (variable)</b>	<b>Valor estimado</b>	<b>Valor crítico</b>	<b>Margen de error (estimado – crítico)</b>
EBITDA del año 1	123,20 = 110 + 13,20 M\$	76,00 M\$	47,20 M\$
Tasa de crecimiento del EBITDA	10%	-3,65%	13,65%
CAPEX	60 M\$/año	181,32 M\$/año	121,32 M\$/año
Múltiplo de cosecha	6 veces el EBITDA	2,523 veces el EBITDA	3,477 veces el EBITDA
Coste desapalancado de los RRPP	11,56%	26,81%	15,25%

Claramente, esta inversión crea valor incluso ante cambios muy significativos en las estimaciones individuales de los factores determinantes del valor. Por ejemplo, el EBITDA proyectado del año inicial puede bajar de los 123,2 M\$ proyectados a solo 76 M\$, y la inversión aún produciría un valor de 125 M\$<sup>17</sup>. Además, la tasa de crecimiento del EBITDA (*ceteris paribus*) puede caer hasta -3,65% antes de que el valor de la inversión descienda por debajo de los 125 M\$ de recursos propios que se han invertido en el proyecto. Los gastos de capital (CAPEX) pueden aumentar hasta los 181,32 M\$, por encima de los 60 M\$ esperados, antes de que el VAN del proyecto se haga negativo. De forma similar, el múltiplo (de cosecha) del EBITDA al final del quinto año que se utiliza para calcular el valor terminal de la empresa puede caer a 2,523, y el coste desapalancado del capital puede subir hasta el 26,81% antes de que el valor del proyecto caiga por debajo de los 125 M\$ invertidos en los recursos propios de la operación.

En el análisis precedente solo contemplamos un factor cada vez. Un análisis unifactorial como este puede subestimar fácilmente el verdadero riesgo de la inversión en los casos en que los factores varían conjuntamente. Por ejemplo, si tanto la estimación inicial del EBITDA como la tasa de crecimiento del EBITDA están un 20% por encima de lo previsto, y si el CAPEX es a la vez un 20% más bajo de lo esperado, entonces un múltiplo del EBITDA de salida de 3,31 genera un valor de empresa que cubre al ras el pago de la deuda, y que por tanto no deja nada para los dueños de los recursos propios. Aunque el escenario anterior es improbable, ilustra el hecho de que esta es una inversión con riesgo.

## 8.5. RESUMEN

Las empresas de capital privado son una fuente en expansión de capital para las empresas nacientes, así como para empresas más maduras que atraviesan algún tipo de transición. En la mayor parte de los casos, las empresas de capital privado evalúan sus inversiones utilizando una variante del enfoque híbrido de valoración descrito en el capítulo anterior. Normalmente, el foco de la valoración está en la inversión de recursos propios, y, dado que

<sup>17</sup>Nótese que en este análisis suponemos que los EBITDA del primer año de la plataforma y del añadido varían simultáneamente con el mismo parámetro de sensibilidad.

no suele haber flujos de caja para los titulares de los recursos propios durante el periodo planificado, este foco se centra en el valor terminal de la empresa, que habitualmente se calcula como un múltiplo del EBITDA.

Otra característica notable del enfoque de valoración que utilizan las empresas de capital privado son sus tasas de descuento, muy superiores a las que hemos considerado en los capítulos anteriores. Estas inversiones deberían tener tasas esperadas de rentabilidad muy elevadas, dado su riesgo e iliquidez. Sin embargo, las tasas de descuento que requieren las empresas de capital privado son altas, incluso dada la naturaleza de estas inversiones, y probablemente reflejan el hecho de que se usan para descontar flujos de caja que tienden a ser demasiado optimistas.

Nos gustaría enfatizar de nuevo que, por ciertas razones, en la práctica los inversores a menudo evalúan los flujos de caja deseados u optimistas. A causa de esto, los enfoques de valoración que se usan suelen diferir de los que aconsejan los académicos. Recomendamos que, en las situaciones en que los inversores de capital privado tengan estimaciones de los flujos de caja esperados (en lugar de los deseados), evalúen la inversión mediante el enfoque APV que expusimos en el Capítulo 7. Aunque este enfoque no se utiliza ampliamente en el sector del capital privado, creemos que es apropiado, dado que la mayor parte de estas transacciones conllevan una cantidad sustancial de deuda inicial que se repaga con bastante rapidez durante el periodo de planificación.

Como cierre, hay que señalar que en este capítulo se han considerado un par de inversiones que en realidad deberían ser vistas como opciones. En primer lugar, en el ejemplo de capital riesgo consideramos la financiación por etapas, que consiste en una inversión inicial que otorga al empresario de capital riesgo la opción, no la obligación, de hacer inversiones adicionales en la empresa cuando parezcan rentables. En segundo lugar, en el ejemplo de la LBO comentamos la inversión en una empresa plataforma que proporciona la opción, y de nuevo no la obligación, de adquirir empresas adicionales en situaciones en que hacerlo es ventajoso para la empresa de capital privado. Durante los últimos 20 años, los economistas financieros han desarrollado métodos para valorar explícitamente las inversiones que contienen este tipo de opciones. Estos métodos serán el objeto de los capítulos que cierran este libro.

## PROBLEMAS

8.1. FINANCIAR LA DEUDA PARA MEJORAR LOS RENDIMIENTOS DE LOS RECURSOS PROPIOS. Kimble Electronics es una pequeña empresa de fabricación de juguetes con un activo total de 1,5 M\$. La empresa tiene la oportunidad de hacer una recapitalización apalancada que conllevaría pedir prestado un importe de entre el 30% y el 50% del valor de los activos a un tipo de interés del 9% anual. Además, el rendimiento anual de la empresa sobre su inversión total varía entre el 4% y el 15%.

Analice los efectos del apalancamiento financiero sobre la tasa de rendimiento de los recursos propios de Kimble si la empresa pide prestado un 30% o un 50% del valor de sus activos (*i. e.*, complete la siguiente tabla). (Puede ignorar los impuestos en sus cálculos).

	15% de rendimiento de los activos (ROA)	4% de rendimiento de los activos (ROA)
30% deuda/activos	?	?
50% deuda/activos	?	?

8.2. VALORACIÓN DE CAPITAL RIESGO (VC) Y ESTRUCTURACIÓN DE LA OPERACIÓN. Chariot.com necesita 500.000 \$ de VC para sacar al mercado un nuevo servicio de mensajería por Internet. La dirección de la empresa se ha dirigido a Route 128 Ventures, una empresa de VC ubicada en la meca de las empresas nacientes de alta tecnología conocida como Route 128, en Boston, Massachusetts, que ha expresado su interés en la oportunidad de inversión.

La dirección de Chariot.com ha hecho las siguientes proyecciones del EBITDA de la empresa para los próximos cinco años:

Año	EBITDA
1	-175.000 \$
2	75.000 \$
3	300.000 \$
4	650.000 \$
5	1.050.000 \$

Route 128 Ventures piensa que la empresa se venderá por seis veces su EBITDA en su quinto año de funcionamiento, y que tendrá 1,2 M\$ de deuda en ese momento, incluido 1 M\$ de deuda que devenga intereses. Por último, la dirección de Chariot.com prevé un saldo de caja de 200.000 \$ en cinco años.

La empresa de VC está considerando tres formas de estructurar la financiación:

1. Acciones ordinarias clásicas; en este caso, el inversor exige una TIR del 45%.
2. Deuda convertible al 10% de interés. Si se produce el cambio de acciones ordinarias en deuda, el inversor bajaría la TIR exigida al 35%.
3. Acciones preferentes reembolsables con un tipo de dividendo del 8%, más derechos de adquisición (warrants) que autorizan al VC a comprar el 40% del valor de los recursos propios por 100.000 \$ en cinco años. Además de parte de los recursos propios de la empresa, el titular de las acciones preferentes reembolsables recibirá dividendos del 8% cada uno de los próximos cinco años, más el valor nominal de las acciones preferentes en el quinto año.

#### TERMINOLOGÍA

Un “título convertible” (de deuda o de acciones preferentes) se reemplaza por acciones ordinarias cuando se convierte. El principal no se repaga. Por el contrario, el valor nominal de un título con *warrants* se repaga, y el inversor tiene derecho a recibir acciones ordinarias a cambio de los *warrants*.

Las “acciones preferentes reembolsables” suelen ser acciones preferentes clásicas sin privilegios de conversión. Las acciones preferentes siempre tienen un plazo hasta vencimiento que define cuándo deben ser reembolsadas por la empresa (a menudo cuando ocurre una oferta pública o entre cinco y ocho años, lo que suceda antes). Los accionistas preferentes suelen recibir un pequeño dividendo (a veces ninguno), más el valor nominal de la emisión preferente a fecha de cancelación, más una parte del valor de la empresa en forma de acciones ordinarias o *warrants*.

- a. Basándose en los términos de la oferta de la primera alternativa (acciones ordinarias), ¿qué fracción de las acciones de la empresa tendrá que ceder para conseguir la financiación buscada?



- b.** Si se escoge la alternativa de deuda convertible, ¿qué fracción de la propiedad de la empresa deberá cederse?
- c.** ¿Qué tasa de rendimiento tendrá que pagar la empresa por los nuevos fondos si escoge la alternativa de las acciones preferentes reembolsables?
- d.** ¿Qué alternativa preferiría usted si fuese el director de Chariot.com? ¿Por qué?

**8.3. VALORACIÓN VC.** Southwest Ventures está considerando una inversión en una empresa naciente de Austin, Texas, llamada Creed and Company. Creed se dedica a la jardinería orgánica y ha desarrollado una línea completa de productos orgánicos para su venta al público, que va desde abonos hasta pesticidas orgánicos. La empresa lleva casi 20 años en funcionamiento y ha conseguido muy buena reputación en la comunidad financiera de Austin y entre los muchos jardineros orgánicos que viven en la región.

El último año Creed produjo un EBITDA de 4 M\$. La empresa necesita conseguir 5,8 M\$ para financiar la compra de una empresa similar llamada Organic and More que opera en los mercados de Houston y Dallas. La adquisición permitiría a Creed vender los productos de su marca a una base de clientes mucho más amplia en las principales áreas metropolitanas de Texas. Además, Organic and More generó un EBITDA de 1 M\$ en 2005.

Los propietarios de Creed ven la adquisición y su financiación como un elemento crítico de su estrategia de negocio, pero les preocupa qué fracción de la empresa tendrán que ceder a un VC para conseguir los fondos requeridos. Creed contrató a un consultor financiero con experiencia, en quien tenía mucha confianza, para evaluar las posibilidades para conseguir los fondos necesarios. El consultor estimó que la empresa valdría cinco veces su EBITDA al cabo de cinco años, y que Creed incrementaría el EBITDA de ambas empresas a una tasa del 20% anual durante los próximos cinco años si la adquisición se llevaba a cabo.

Ni Creed ni el objeto de su interés, Organic and More, financia su deuda en el momento presente. Sin embargo, el VC ha ofrecido financiar la adquisición en la forma de deuda convertible a un tipo de interés del 8% anual y que vence a los cinco años.

- a.** ¿En cuánto estima el valor de empresa de Creed (incluyendo la adquisición planificada) dentro de cinco años?
- b.** Si el VC ofrece financiar los fondos necesarios mediante deuda convertible a un interés del 8%, y que se convierte en acciones de la empresa suficientes como para proporcionar una tasa de rendimiento del 25% sobre su inversión en los próximos cinco años, ¿qué fracción de los recursos propios de la empresa pedirá el VC?
- c.** ¿Qué fracción de la propiedad de Creed pedirá el VC si el EBITDA de Creed crece un 30% (*ceteris paribus*) y el VC sigue exigiendo una tasa de rendimiento del 25% en los próximos cinco años?

**8.4. VALORACIÓN VC Y ESTRUCTURACIÓN DE LA OPERACIÓN.** SimStar Manufacturing Co. necesita 500.000 \$ para financiar sus oportunidades de crecimiento. El fundador de la empresa se ha dirigido a Morningstar Ventures (una empresa de VC de Phoenix), que ha expresado su interés en proporcionar la financiación si se llega a un acuerdo aceptable.

El VC pidió al director financiero de SimStar que hiciera una proyección del EBITDA para los próximos cinco años. La proyección se encuentra a continuación, y muestra las rápidas oportunidades de crecimiento que prevé la empresa.

Año	EBITDA
1	-350.000 \$
2	200.000 \$
3	340.000 \$
4	1.050.000 \$
5	1.500.000 \$

Si el VC suministra los fondos requeridos, planeará una salida al cabo de cinco años; en ese momento, el VC cree que podrá vender la empresa por seis veces el EBITDA. Además, a partir de los estados financieros *pro forma* y las proyecciones anteriores, el VC estima que SimStar tendrá aproximadamente 1,2 M\$ de deuda pendiente, incluyendo 1 M\$ de deuda que devenga intereses, al final del periodo planificado de cinco años. Por último, SimStar espera tener 200.000 \$ en efectivo al cabo de los cinco años.

El VC está considerando tres formas de estructurar la financiación:

- a. Acciones ordinarias clásicas, con las que el VC no recibe dividendos durante un periodo de cinco años pero quiere un 49% de las acciones de la empresa.
- b. Deuda convertible que paga un 10% de interés. Dado el cambio de acciones ordinarias a deuda, el VC solo pide el 30% de los recursos propios de la empresa si se da la conversión a los cinco años.
- c. Deuda preferente reembolsable con un tipo de dividendo del 8% más *warrants* por el 40% de los recursos propios de la empresa en cinco años. Además, los costes de ejercer los *warrants* suponen un total de 100.000 \$. Nótese que, dado que la deuda es preferente y reembolsable, el inversor no solo recibe un dividendo del 8% durante los próximos cinco años más el valor nominal de las acciones preferentes, sino que además puede comprar el 40% de los recursos propios de la empresa por 100.000 \$.

¿Cuál de las alternativas recomendaría al fundador de SimStar? Explique su decisión.

8.5. VALORACIÓN VC Y ESTRUCTURACIÓN DE LA OPERACIÓN. Brazos Winery fue fundada hace ocho años por Anna y Jerry Lutz con la compra de 200 acres de tierra. A la compra siguió un periodo intensivo de siembra y desarrollo del viñedo, que ahora entra en su segundo año de producción.

En marzo de 2006, los Lutz concluyeron que necesitaban 500.000 \$ para comprar equipamiento para embotellar los vinos de su propia marca. Desafortunadamente, han alcanzado los límites de lo que su banquero puede financiar y ya han invertido todos sus recursos personales en el negocio. En breve necesitarán más recursos propios, y no pueden conseguirlos por ellos mismos.

Su banquero les recomendó que contactaran con una empresa de VC de Nueva Orleans que a veces realizaba inversiones en empresas como Brazos Winery. También les aconsejó que preparasen para la reunión una proyección de sus estados financieros para los próximos cinco años. El banquero explicó que los VC suelen apuntar a un horizonte de inversión de cinco años, así que era importante que dispusiesen de la información necesaria para valorar la bodega al cabo de este periodo.

Tras un análisis cuidadoso de sus planes para la bodega, los Lutz estimaron que el EBITDA pasados cinco años sería de 1,2 M\$. Además de la proyección del EBITDA, los Lutz estimaron que necesitarían pedir 2,4 M\$ en 2010 para financiar la expansión adicional de sus negocios. Su banquero dijo que el banco aportaría 2 M\$ de deuda, suponiendo que consiguieran del VC los recursos propios requeridos. Además, los 400.000 \$ restantes vendrían en la forma de cuentas por pagar. Por último, los Lutz piensan que su saldo de caja alcanzará los 300.000 \$ al final de los cinco años.

Los Lutz estaban especialmente preocupados por la parte de propiedad de la empresa que tendrían que ceder para atraer al VC a la inversión. El VC ofreció tres alternativas para financiar los 500.000 \$ que la bodega necesitaba. Cada alternativa requería una fracción distinta de la propiedad de la empresa.

- Acciones ordinarias clásicas que no pagan dividendos. Con esta opción, el VC pedía el 60% de las acciones ordinarias de la empresa en cinco años.
  - Deuda convertible que paga un 10% anual de interés y un 40% de las acciones ordinarias a la fecha de conversión, en el quinto año.
  - Deuda convertible preferente con un 10% anual de dividendos y el derecho de convertir las acciones preferentes en el 45% de la propiedad de las acciones ordinarias de la empresa al final del quinto año.
- a. Si el VC estima que la bodega debería tener un valor de empresa de entre seis y siete veces el EBITDA estimado al cabo de cinco años, ¿en cuánto estima el valor de la bodega en 2010? ¿Cuánto valdrán los recursos propios de la empresa? (Pista: considere tanto el múltiplo de seis como el de siete veces el EBITDA).
  - b. Basándose en los términos del acuerdo propuesto, ¿qué tasa de rendimiento exige el VC en cada una de las tres alternativas propuestas? ¿Qué alternativa deberían elegir los Lutz según el coste esperado de la financiación?
  - c. ¿Cuál es el valor de la empresa antes y después de la inversión en las tres alternativas de financiación que ofrece el VC? ¿Por qué son diferentes las estimaciones en cada una de las alternativas?
  - d. ¿Cómo afecta al coste de la financiación el múltiplo del EBITDA que se utilice para determinar el valor de la empresa? ¿Le interesa al VC exagerar el tamaño del múltiplo, o más bien ser conservador en sus estimaciones? ¿Le interesa al empresario exagerar el EBITDA o más bien ser conservador? Si los empresarios son de natural optimista en sus perspectivas, ¿cómo debe el VC incorporar este hecho en sus consideraciones al estructurar la operación?
  - e. Comente las ventajas e inconvenientes de las fuentes alternativas de financiación.

**8.6. VALORACIÓN VC Y ESTRUCTURACIÓN DE LA OPERACIÓN.** En 2005 Dub Tarun fundó una empresa con 200.000 \$ de sus fondos propios, 200.000 \$ de deuda (bancaria) senior, y 100.000 \$ adicionales de deuda subordinada pedidos a un amigo de la familia. La deuda senior paga un 10% de interés, mientras que la deuda subordinada paga un 12% y tiene la opción de convertirse en un 10% de los recursos propios de la empresa, a discreción del inversor, J. Martin Capital. Ambas emisiones de deuda tienen un vencimiento de 10 años. En marzo de 2006, la estructura financiera de la empresa era como sigue:

**Dub Tarun, Inc., marzo de 2006**

Acreeedores	100.000 \$
Efectos a corto plazo	<u>150.000 \$</u>
Total deuda a corto plazo	250.000 \$
Deuda a largo plazo (10% de interés)	200.000 \$
Deuda subordinada (12% de interés, convertible en 10% de RRPP)	100.000 \$
Recursos propios (Dub Tarun)	<u>200.000 \$</u>
Total deuda y recursos propios	750.000 \$

Dub ha concluido que necesita 250.000 \$ adicionales para continuar su negocio. Para obtener estos fondos, pretende emitir un 8% de acciones preferentes convertibles.

Dub proyecta que el EBITDA de la empresa dentro de cinco años será de 650.000 \$. Aunque a Dub no le interesa vender su empresa, su banquero le dijo hace poco que los negocios como el suyo suelen venderse a entre cinco y siete veces su EBITDA. Además, para marzo de 2011 Dub espera que la empresa tenga 300.000 \$ en efectivo; la deuda y los recursos propios *pro forma* serán como sigue:

**Dub Tarun, Inc., estructura financiera *pro forma* marzo de 2011**

Acreeedores	200.000 \$
Efectos a corto plazo	<u>250.000 \$</u>
Total deuda a corto plazo	450.000 \$
Deuda a largo plazo (10% de interés)	400.000 \$
Deuda subordinada (12% de interés, convertible en 10% de RRPP)	100.000 \$
Recursos propios (Dub Tarun)	800.000 \$
Financiación adicional requerida	<u>250.000 \$</u>
Total deuda y recursos propios	2.000.000 \$

- ¿En cuánto estima el valor de empresa de Dub Tarun, Inc., en marzo de 2011? (Pista: el valor de empresa de las empresas privadas se suele estimar con múltiplo del EBITDA más el saldo de caja de la empresa). Si la deuda subordinada se convierte en acciones ordinarias en 2011, ¿en cuánto estima el valor de los recursos propios de Dub Tarun en 2011?
- Si el valor de empresa estimado es igual a su estimación del apartado a, ¿qué tasa de rendimiento obtendrá el titular de la deuda subordinada si realiza la conversión en 2011? ¿Cree usted que llevará a cabo la conversión a acciones ordinarias?
- Si el nuevo inversor requiriese una tasa de rendimiento del 45% sobre su inversión de 250.000 \$ en acciones preferentes convertibles, ¿qué parte de la propiedad de la empresa necesitaría, de acuerdo con su estimación del valor de los recursos propios de la empresa en 2011? ¿Cómo estima que será la distribución de la propiedad de los recursos propios de Dub Tarun en 2011, suponiendo que el nuevo inversor consigue lo que pide (un 45% de tasa de rendimiento) y que el titular de la deuda subordinada la convierte a ordinaria? ¿Qué tasa de rendimiento espera obtener en 2011 cada uno de los titulares

de los recursos propios, de acuerdo con su estimación del valor de los recursos propios?  
 ¿Parece razonable el plan, desde el punto de vista de cada uno de los inversores?

- d. ¿Cuál sería la tasa de rendimiento esperada de Dub Tarun si el múltiplo del EBITDA fuese de cinco o de siete?
- e. ¿Cuál es el valor antes y después de la inversión de los recursos propios de Dub Tarun en 2006, teniendo en cuenta al nuevo inversor?

8.7. VALORACIÓN LBO. Randy Dillingwater es el director financiero de Clearstone Capital. Clearstone es una empresa de capital privado situada en Orlando, Florida, especializada en lo que Randy llama inversiones que “necesitan restauración”. La empresa intenta encontrar empresas en manos privadas cuyos propietarios hayan intentando expandirse demasiado deprisa y se hayan encontrado con problemas de liquidez. Clearstone lleva once años en el negocio y ha tenido un éxito razonable.

Clearstone está completando ahora la inversión de su segundo fondo y está considerando la adquisición de una empresa local de fabricación y distribución, Flanders, Inc., que fue fundada por Mark Flanders hace 18 años y ha crecido rápidamente. Recientemente, sin embargo, Flanders compró a un gran competidor, y los problemas con que se encontró al digerir la adquisición la llevaron a ciertas dificultades financieras. El propietario anunció a su banquero que tenía interés en una propuesta de *buyout* (compra total de sus acciones), y el banquero comentó la oportunidad con Randy (que casualmente era su vecino).

Randy se puso en contacto con Mark y ambos decidieron abrir un diálogo sobre la posible adquisición de la empresa de Mark. Tras varias reuniones, Mark decidió solicitar una oferta a Clearstone. A petición de Randy, Mark le proporcionó las siguientes cuentas de resultados *pro forma* de 2007 a 2011:

Cuentas de resultados <i>pro forma</i>	2007	2008	2009	2010	2011
EBITDA	11.000.000,00 \$	12.100.000,00 \$	13.310.000,00 \$	14.641.000,00 \$	16.105.100,00 \$
Menos: amortización	(3.900.000,00)	(4.300.000,00)	(4.700.000,00)	(5.100.000,00)	(5.500.000,00)
EBIT	7.100.000,00 \$	7.800.000,00 \$	8.610.000,00 \$	9.541.000,00 \$	10.605.100,00 \$
Menos: intereses	(6.300.000,00)	(6.235.600,00)	(6.040.288,80)	(5.690.457,10)	(5.159.103,90)
Beneficio antes de impuestos	800.000,00 \$	1.564.400,00 \$	2.569.711,20 \$	3.850.542,90 \$	5.445.996,10 \$
Menos: impuestos	(240.000,00)	(469.320,00)	(770.913,36)	(1.155.162,87)	(1.633.798,83)
Ingresos netos	560.000,00 \$	1.095.080,00 \$	1.798.797,84 \$	2.695.380,03 \$	3.812.197,27 \$

Además, Randy le pidió a Mark que estimara los gastos de capital de cada uno de los próximos cinco años. Mark respondió que pensaba que la empresa tendría que gastar unos 4 M\$ al año y que el nuevo capital tendría una vida útil de 10 años. (El gasto de amortización de 2006 es de 3,5 M\$, de modo que al sumar 4 M\$ de gastos de capital se añadirán 400.000 \$ de gastos de amortización adicionales en 2007).

Mark señaló a Randy que su investigación sugería que un múltiplo de cinco veces el EBITDA sería apropiado. Randy, sin embargo, no estaba seguro de que Clearstone pudiera permitirse tanto por la empresa. Decidió hacer un análisis rápido con el método de valoración LBO a partir de las siguientes hipótesis:

- La empresa puede ser comprada por cinco veces el EBITDA de 2006, de 10 M\$, y ser vendida cinco años después por el mismo múltiplo del EBITDA en el quinto año.
  - Clearstone financiará el 90% del precio de compra con deuda al 14% de interés. La deuda requerirá un barrido de caja que hará que todos los flujos de caja disponibles se usen para repagarla.
  - Se asume un tipo impositivo del 30% en todos los cálculos.
  - Se estima el CAPEX en 4 M\$ al año, y no se prevén nuevas inversiones en capital circulante neto.
  - Flanders no tiene ningún exceso de liquidez ni activos no productivos.
- a. ¿Cuál es el valor de empresa de Flanders, proyectado dentro de cinco años? ¿Cuál es el valor estimado de la participación que Clearstone tendrá en la empresa al cabo de los cinco años, si todo va según lo planeado?
  - b. ¿Qué tasa de rendimiento debería esperar Clearstone en su participación en la adquisición con las proyecciones anteriores?
  - c. Después de una revisión más en profundidad, Randy estimó que los gastos operativos de la empresa podían recortarse en aproximadamente 1 M\$ al año. ¿De qué modo afecta esto a sus respuestas a los apartados a y b?

8.8. VALORACIÓN LBO MEDIANTE EL MODELO APV. (Este problema utiliza información del Problema 8.7, pero puede analizarse independientemente). Randy Dillingwater quería realizar un análisis DCF de la propuesta de adquisición de Flanders, Inc. Sin embargo, la provisión de barrido de caja de la financiación de la deuda implicaba que la ratio de endeudamiento cambiaría sistemáticamente durante el periodo planificado de inversión, de cinco años. Esto, recordó Randy, haría que el modelo WACC tradicional de valoración de empresas fuese difícil de aplicar. En lugar de ello, Randy decidió utilizar el modelo APV, que valora los flujos de caja operativos y financieros en dos cálculos separados.

Al preparar su análisis, Randy hizo una investigación inicial para determinar estimaciones razonables de los componentes del mercado de capital del CAPM. En primer lugar, advirtió que el rendimiento de los bonos a largo plazo (20 años) del Gobierno era del 5%, y que la prima de rendimiento del mercado por encima de estos bonos tenía una media histórica del 5,5%. Solo quedaba estimar la beta desapalancada de Flanders. Para llevar a cabo este análisis, Randy concluyó que necesitaba calcular las betas desapalancadas de los recursos propios de una muestra de empresas similares y tomar la media de la muestra como estimación de la beta desapalancada de Flanders. Entonces reunió la siguiente información de cuatro empresas cotizadas que se parecían a Flanders:

<b>Empresa</b>	<b>Beta de los RRPP</b>	<b>Deuda</b>	<b>Valor de los RRPP</b>	<b>Deuda/RRPP</b>	<b>Tipo impositivo marginal</b>
Empresa A	1,400	6,58 M\$	22,1 M\$	29,77%	30%
Empresa B	1,750	11,34 M\$	25,8 M\$	43,95%	30%
Empresa C	1,450	3,42 M\$	10 M\$	34,20%	30%
Empresa D	1,230	6,59 M\$	25,2 M\$	26,15%	30%

Las betas de los recursos propios eran a lo que Randy se refería con “betas apalancadas de los recursos propios”, puesto que se calculaban utilizando los rendimientos bursátiles, que a su vez reflejaban la proporción de deuda en la estructura financiera de la

empresa. En consecuencia, Randy tenía que desapalancar las betas de los recursos propios. Para llevar a cabo este análisis, Randy decidió asumir que la empresa tenía una beta de cero, de modo que la beta desapalancada se definía así:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Beta desapalancada} \\ \text{de recursos propios} \end{array} \right) = \frac{\text{Beta apalancada de recursos propios}}{1 + \text{Ratio de endeudamiento} \times (1 - \text{Tipo impositivo})}$$

- a. ¿En cuánto estima la beta desapalancada de los recursos propios de Flanders? (Pista: consulte la Tabla 4.1).
- b. Utilizando el CAPM, ¿cuál es la tasa de rendimiento que Randy debería emplear para valorar los flujos de caja de Flanders?
- c. ¿Cuál es el valor de los flujos de caja operativos estimados de Flanders (según las estimaciones originales de Mark Flanders del Problema 8.7) en el periodo planificado (2007-2011)? (Recuerde que el tipo de interés acreedor de la empresa en el Problema 8.7 era del 14%).
- d. Randy decidió estimar el valor terminal de la empresa con un múltiplo de cinco veces el EBITDA de la empresa (de acuerdo con las reflexiones del Capítulo 7). ¿Cuál es el valor terminal de la empresa hoy utilizando este procedimiento, con el valor terminal descontado a 2006 mediante el coste desapalancado de los recursos propios? ¿En cuánto estima el valor de empresa de Flanders con el método APV (y sus estimaciones del apartado c)? ¿Cuál es el valor estimado de la inversión de Clearstone a partir de la estimación APV del valor de empresa?

8.9. VALORACIÓN LBO UTILIZANDO SIMULACIÓN. (Este problema utiliza información del Problema 8.7 y requiere que se construya el modelo de valoración LBO). Randy estaba contento con los resultados previstos de la adquisición de Flanders, Inc., pero quería hacer algún análisis exploratorio de los riesgos propios de la adquisición de modo que pudiera anticiparse a los riesgos inherentes a la inversión. Planeó construir un modelo en una hoja de cálculo con el modelo de valoración LBO estándar del sector (con la información del Problema 8.7), e identificar entonces las fuentes de riesgo en el modelo y caracterizar las distribuciones de probabilidad de cada una de estas variables. En concreto, Randy llegó a las siguientes variables y distribuciones:

- Mark Flanders estimó que el EBITDA crecería al 10% anual, pero esta tasa está lejos de ser segura. Randy decidió que aceptaría que la tasa de crecimiento más probable sería del 10%, pero que utilizaría una distribución triangular con un mínimo del 0% y un máximo del 15% para caracterizar el crecimiento anual del EBITDA en el periodo planificado. Además, a Randy le pareció que la tasa de crecimiento de cada año debería estar relacionada con lo que pasara en el año siguiente, así que decidió imponer una correlación de 0,80 en las tasas de crecimiento de años sucesivos. Esto es, la correlación entre la tasa de crecimiento en 2009 y 2008 se estima en 0,80, y así con los demás años.
- Otro determinante clave del valor de la adquisición de Flanders es el múltiplo de salida que Clearstone se encontraría a los cinco años, cuando decidiera vender la empresa. Randy estimó que podrían salir al mismo múltiplo (cinco) al que compraron Flanders, Inc.; sin embargo, esta variable está sujeta a incertidumbre. De acuerdo con la experiencia pasada de Clearstone, Randy estima que hay una probabilidad del 10%

de que el múltiplo de salida baje hasta tres veces el EBITDA, un 20% de que sea cuatro, un 40% de que sea cinco, un 20% de que sea seis y una probabilidad del 10% de que el múltiplo alcance el siete.

- a. Después de incorporar las dos hipótesis de Randy sobre las incertidumbres en la adquisición de Flanders, Inc., ¿cuál es la tasa de rendimiento media y mediana de la inversión de Clearstone en los recursos propios de la empresa?
- b. ¿Cuál es la probabilidad de que la adquisición de Flanders produzca una tasa de rendimiento para Clearstone que esté por debajo del objetivo de la empresa, de un 40%?

## PALABRAS CLAVE

Acciones preferentes reembolsables  
Barrido de caja  
Compra apalancada de empresas (LBO)  
Compromisos de financiación por etapas  
Empresa plataforma  
Expansión de los múltiplos  
LBO *build-up*  
LBO *bust-up*  
Título convertible  
Valor antes de la inversión  
Valor después de la inversión



# Dilución de resultados, retribución con incentivos y selección de proyectos

## Presentación del capítulo

A largo plazo, las empresas crean valor llevando a cabo proyectos de inversión con un VAN positivo. Sin embargo, al menos a corto plazo, las decisiones de la dirección se ven influidas por los resultados que las empresas reportan a sus accionistas. En efecto, en la práctica los directivos tienden a calcular las implicaciones contables de sus inversiones además de sus VAN, y no es raro que dejen pasar oportunidades con VAN positivos porque reducirían temporalmente los beneficios de su empresa. Aunque hay razones importantes para este énfasis en los beneficios, esto influye en la selección de las inversiones. Para contrarrestar esta tendencia, las empresas han diseñado medidas alternativas de rendimiento y programas de retribución que mitigan algunos de estos riesgos.

## 9.1. INTRODUCCIÓN

Hasta este momento nos hemos centrado fundamentalmente en los flujos de caja que se espera que una inversión genere. En el Capítulo 6 mencionamos los beneficios (más concretamente, el EBITDA), pero solo como aproximación al valor de la empresa en una fecha futura (*i. e.*, el valor terminal), cuando los flujos de caja son difíciles de estimar. Nuestro enfoque de valoración ignora por completo los beneficios reales de la inversión o la influencia de la inversión en los resultados que la empresa reporta.

En la vida real, los directivos se toman muy en serio las cifras de resultados de su empresa, y suelen ser muy conscientes de cómo influye una inversión relevante en los resultados que reportan, tanto a corto como a largo plazo. Por ejemplo, las respuestas de varios directores financieros a una encuesta reciente sugieren que la presión de los mercados de capital alienta decisiones que en ocasiones sacrifican valor a largo plazo para alcanzar los beneficios objetivo<sup>1</sup>. Nada menos que el 80% de los encuestados respondieron

<sup>1</sup>John R. Graham, Campbell R. Harvey y Shiva Rajgopal, "The Economic Implications of Corporate Financial Reporting", *Journal of Accounting and Economics*, 40, número 1-3, 1 de diciembre de 2005, 3-73.

que reducirían el gasto en investigación y desarrollo, publicidad, mantenimiento y contratación generadora de valor para alcanzar sus resultados objetivo. Otro indicador de la importancia de las cifras de resultados se puede encontrar en la creciente presencia de los extremos a los que llegan algunas empresas al “gestionar” sus resultados. Los escándalos de Adelphia, Enron, Global Crossing, HealthSouth, Qwest, Rite Aide, Sunbeam, Waste Management y WorldCom son ejemplos de situaciones donde la gestión de resultados se convirtió en manipulación de resultados, o incluso fraude. Parece que a los directivos de estas empresas les importaba tanto reportar resultados positivos que estaban dispuestos a arriesgarse a cometer un delito. Ciertamente, si este es el caso, la preocupación sobre los resultados que se reportan influirá en la selección de inversiones por parte de la dirección.

Comenzamos el capítulo explicando por qué las inversiones con VAN positivo a veces reducen el beneficio por acción (EPS) esperado de una empresa, y por qué las inversiones con VAN negativo en ocasiones lo aumentan. Primero señalamos que cuando los directivos evalúan las inversiones considerando sus efectos sobre el EPS, de hecho están basando su decisión en un coste del capital erróneo. El coste del capital que se usa implícitamente con el criterio EPS es el rendimiento en efectivo de los proyectos financiados con liquidez, el coste de la deuda de los proyectos financiados con deuda y la ratio precio/beneficio de los proyectos financiados con recursos propios. En los proyectos financiados con efectivo o deuda generados internamente, el criterio EPS llevará generalmente a aceptar demasiados proyectos de inversión. En los proyectos financiados con recursos propios, el criterio EPS puede llevar a aceptar demasiados o demasiados pocos proyectos de inversión, dependiendo de la ratio precio/beneficio de la empresa.

Un segundo problema que surge es que los flujos de caja de una inversión no suelen distribuirse uniformemente a lo largo de la vida del proyecto. Muchas inversiones con VAN positivo generan muy pocos flujos de caja en sus primeros años; en consecuencia, al comienzo, estos proyectos reducen o diluyen los ingresos. Además, muchos proyectos con VAN negativo tienen flujos de caja iniciales muy elevados, y en consecuencia disparan temporalmente el EPS.

Si el criterio EPS puede llevar a los directivos por el mal camino, ¿por qué no ignoran los resultados sin más cuando toman decisiones de inversión? Quizá deberían, pero desafortunadamente el mundo no es tan sencillo. Como veremos, la preocupación por los resultados es una consecuencia inevitable de la realidad de un entorno donde la calidad de una empresa y sus directivos se juzga trimestre tras trimestre. Mientras que a los directivos idealmente les encantaría gestionar a largo plazo, también es importante que parezca que están funcionando bien hoy, lo que significa que tienen que reportar resultados positivos. Como Jack Welch, ex director ejecutivo de General Electric Corporation, acertadamente dijo:

Puedes crecer a largo plazo si puedes comer a corto plazo.

Todo el mundo puede gestionar a corto. Todo el mundo puede gestionar a largo. La gestión es el equilibrio de ambas cosas.

(Fuente: <http://www.businessweek.com/1998/23/b3581001.htm>).

Desgraciadamente, no hay fórmulas sencillas para ayudar a los directivos a determinar el equilibrio óptimo entre el VAN, que mide la influencia a largo plazo de una inversión sobre el valor de la empresa, y el EPS, que influye sobre el valor a corto plazo. Sin embargo, este capítulo debería proporcionar un marco que ayude a los directivos a analizar este

equilibrio más minuciosamente. También expondremos medidas alternativas de rendimiento diseñadas para mitigar la desconexión entre los resultados y el VAN. Podría decirse que la más extendida de estas medidas financieras es el valor económico añadido o EVA<sup>®</sup>, desarrollado por Stern Stewart and Company.

El capítulo se organiza como sigue: en la Sección 9.2 comenzamos por establecer la lógica que subyace a la sensibilidad de la dirección a los resultados que reporta la empresa. A continuación, en la Sección 9.3 demostramos cómo afecta la preocupación de la dirección por los resultados a la selección de proyectos. Presentaremos ejemplos que ilustran dos carencias de los resultados como indicador de la creación de riqueza. La Sección 9.4 repasa el beneficio económico como alternativa al EPS cuando se evalúan nuevas propuestas de inversión. Demostraremos que en muchos casos el beneficio económico proporciona señales que son coherentes con el criterio VAN, pero no siempre. Por último la Sección 9.5 expone el uso efectivo del beneficio económico, y la Sección 9.6 resume el capítulo.

## 9.2. ¿IMPORTAN LOS RESULTADOS?

De un proyecto de inversión que reduce los resultados del año actual o el próximo se dice que **diluye los resultados** (produce dilución). De igual modo, de una inversión que incrementa los resultados del próximo ejercicio se dice que **acrece los resultados** (produce acreción). Estos conceptos a menudo se utilizan para describir la influencia de una inversión en los resultados totales de una empresa, pero para las grandes inversiones que requieren que la empresa emita nuevas acciones, los directivos suelen estar más interesados en si la inversión produce dilución o acreción en los EPS. Además, puede haber un elemento temporal en este concepto. Los directivos se pueden referir a proyectos que en los primeros años diluyen pero después acrecen los resultados. Lo que esto significa es que el proyecto tiene un efecto negativo en los resultados durante los primeros años, pero si se aborda el proyecto, es probable que la empresa tenga unos resultados más elevados a largo plazo.

### Por qué los directivos se preocupan por los resultados

Hay varias razones por las que los directivos se preocupan por los resultados que se reportan. La razón más directa es que a los directivos se les paga para que se preocupen por los resultados. Las empresas frecuentemente vinculan los bonus a corto plazo directa o indirectamente a su desempeño operativo, reflejado en sus resultados<sup>2</sup>. Además, la retribución con incentivos a largo plazo suele incluir el uso de opciones sobre acciones y participaciones en los recursos propios, cuyo valor, al menos a corto plazo, se ve afectado por los resultados de la empresa. Por último, los resultados (y su efecto en la cotización de la acción) pueden afectar a la capacidad del director ejecutivo de trabajar sin demasiada vigilancia por parte de la junta directiva, y quizá incluso al hecho de conservar su empleo.

<sup>2</sup>Kevin Murphy, de USC, encuestó a una amplia muestra de empresas utilizando datos propiedad de Towers-Perrin y descubrió que 32 de las 50 empresas industriales de su muestra empleaban los resultados como su medida principal de desempeño; 8 de las 11 empresas financieras y de seguros y 6 de las 7 empresas de servicios hacían lo mismo.

Aunque es fácil pensar en razones egoístas para explicar por qué los directivos se preocupan por los resultados, estos también son importantes para un empresario altruista que solo intenta hacer lo mejor para sus accionistas. Dado que los resultados comunican la salud financiera de la empresa a los mercados de capital, unas cifras favorables influirán positivamente en la cotización de la empresa y en su *rating* crediticio. Esto es obviamente relevante para una empresa que planea obtener capital externo en el futuro próximo, pero también puede ser importante para empresas que no necesiten obtener capital, dado que las cifras de resultados también comunican información a los accionistas no financieros de la empresa, como sus clientes, empleados y proveedores. Unos resultados sorprendentemente negativos, y la reacción consecuente en la cotización, podrían tener un efecto negativo en la relación de la empresa con estos accionistas, mientras que unos resultados positivos y una cotización al alza podrían resultar críticos en la forma de trabajar y aliarse con la empresa. Dicho brevemente, es natural querer hacer negocios con un ganador, y en el mundo empresarial los resultados y la cotización son el rasero con el que se mide el éxito. Esto significa que tanto los resultados positivos como los negativos pueden producir un efecto “bola de nieve”: dañan las perspectivas futuras de las empresas con malos resultados y mejoran las de aquellas con buenos resultados.

Esta reflexión (véase también el recuadro de Consejos del profesional) sugiere que el énfasis empresarial en los resultados no es algo que tenga trazas de cambiar pronto. La pregunta que ahora nos hacemos es cómo influye este énfasis en los resultados en las decisiones de inversión de la dirección, y si es posible cambiar el modo en el que las empresas retribuyen a sus directivos y reportan a los accionistas, de forma que se mitigue esta influencia.

### 9.3. ANÁLISIS DE PROYECTOS: BENEFICIO POR ACCIÓN Y SELECCIÓN DE PROYECTOS

El análisis de valoración que expusimos en los capítulos previos suele constituir la parte principal del análisis de las grandes inversiones en la mayoría de las empresas estadounidenses. Sin embargo, como sugiere la reflexión anterior, al considerar grandes inversiones los directivos de las empresas cotizadas también calcularán cómo afectará el proyecto a los estados financieros durante los próximos dos a cinco años, y evaluarán si el proyecto produce dilución o acreción de los resultados. Para ilustrar cómo se hace esto en la práctica, evaluaremos oportunidades de inversión hipotéticas tanto con su VAN como con su influencia sobre los resultados, prestando especial atención a cómo estos criterios pueden llevar a conclusiones contradictorias.

Nuestro primer ejemplo, que ilustra esta contradicción, muestra que el criterio de los resultados utiliza implícitamente un coste de los recursos propios erróneo para evaluar una inversión. Nos referimos a esto como el **problema del coste de los recursos propios**. Nuestro segundo ejemplo considera un proyecto cuyos ingresos (y flujos de caja) están *back-loaded*, lo que significa que los ingresos (y los flujos de caja) que produce el proyecto son negativos en los primeros años de la vida del proyecto, pero se incrementan con el tiempo. Esta situación se da a menudo cuando una empresa aborda una inversión estratégica en productos o servicios nuevos que requieren gastos promocionales onerosos en los primeros años de vida del proyecto. Nos referiremos a esto como el **problema de los ingresos *back-loaded***.

**C O N S E J O S   D E L**  
**P R O F E S I O N A L**
**Ingresos y flujos de caja futuros:  
una entrevista con Trevor Harris\***

**Pregunta:** Al valorar una empresa, los inversores se interesan fundamentalmente por su capacidad de producir flujos de caja futuros. En la práctica, las empresas no pueden informar de sus predicciones de los flujos de caja a diez años vista. En lugar de ello, reportan sus resultados del trimestre o del año que acaba de terminar. Esto sugiere la pregunta de si la cifra de resultados reportada debería utilizarse para medir el rendimiento actual de la empresa y ayudar a los inversores a predecir los flujos de caja futuros. ¿Deberían los inversores centrar su atención en los flujos de caja operativos para percibir mejor la capacidad futura de una empresa de generar flujos de caja?

**Trevor:** Como te diría cualquier analista de Wall Street, predecir los resultados futuros es muy difícil. Pero lo que la mayor parte de la gente no comprende es que predecir los flujos de caja presentes es todavía más difícil. Además, yo defiendo que el flujo de caja operativo que se reporta es mucho más fácil de manipular que los resultados. Solo hace falta titularizar unos cuantos préstamos un minuto antes de que acabe el trimestre, y ya tienes un incremento significativo en el flujo de caja operativo para reportar. O puedes retrasar en un día las cuentas por pagar; y, a no ser que llames la atención sobre ello, nadie tendrá la menor idea de lo que has hecho. Pero nada de todo esto afectará a los resultados operativos.

**Pregunta:** ¿Hay una forma mejor de calcular los resultados, una que proporcione a los inversores una idea más afinada de la capacidad de la empresa de generar flujos de caja futuros, y que proporcione una medida fiable de la creación de riqueza?

**Trevor:** Creo que cualquier estadística basada en los flujos de un único periodo (independientemente de si la llamas resultados, flujo de caja o cualquier otra cosa) será una medida viciada, o al menos incompleta, de la creación de valor de la empresa. Los directivos toman decisiones hoy que afectarán a los resultados no solo de este año, sino de muchos años venideros. Y no hay manera de que un sistema contable pueda reflejar en un número los efectos a largo plazo de estas decisiones. Si tu negocio se parece a una cuenta de ahorro donde pones el dinero a un plazo y se acumula valor a determinado tipo de interés, entonces podría inventarme una medida de los resultados que pueda capitalizarse a cierto múltiplo para darte el valor correcto. Pero, insisto, para prácticamente cualquier empresa con un mínimo grado de complejidad, no hay una medida contable de un único periodo que pueda cumplir esta función de forma fiable.

\*Director ejecutivo de Morgan Stanley, donde su principal cometido es ayudar a las unidades de negocio y a los clientes de la empresa con sus problemas de contabilidad y valoración. También es codirector del Center of Excellence in Accounting and Security Analysis en la Columbia University School of Business.

### Ejemplo 1: Un mal proyecto con buenas perspectivas de ingresos: el problema del coste de los recursos propios

Para ilustrar el problema del coste de los recursos propios, consideraremos el caso de Beck Electronics, que está evaluando una inversión de 6 M\$ en el proyecto que se describe en el panel a de la Tabla 9.1. El proyecto será financiado utilizando 4 M\$ de las reservas de la empresa (el componente de recursos propios) y 2 M\$ de deuda nueva (el componente de deuda).

Para calcular el impacto neto de este proyecto en el EPS de la empresa, los directivos comienzan por proyectar el EPS de la empresa suponiendo que no se aborda el proyecto, y luego lo comparan con las proyecciones *pro forma* del EPS bajo la hipótesis de que se aprueba el proyecto. El panel b de la Tabla 9.1 muestra estas estimaciones del EPS de la empresa con y sin el proyecto. Nótese que, para mantener el ejemplo tan sencillo como sea posible, hemos supuesto que tanto la empresa como el nuevo proyecto tienen una vida indefinida y que los ingresos, gastos y beneficios de la empresa y el proyecto son constantes a perpetuidad.

La dirección de Beck prevé que, sin el nuevo proyecto, la empresa obtendrá un ingreso neto para el próximo año de 2.928.000 \$ y 1,46 \$ por acción (con 2 millones de acciones emitidas). El análisis del EPS de Beck tras el proyecto (en el panel b de la Tabla 9.1) revela que se espera que el proyecto genere unos resultados de 0,16 \$ por acción. Sin embargo, dado que Beck ya no tendrá los 4 M\$ en reservas de efectivo que generaban 160.000 \$ (un 4%) en ingresos antes de impuestos e intereses, la ganancia neta en el EPS de la empresa se reduce en 0,064 \$ por acción, y los resultados atribuibles al proyecto son solo de 0,096 \$ por acción. Aun así, el proyecto aumenta el EPS de la empresa, y por tanto pasa la prueba de acreción del EPS.

En general, podemos expresar el efecto atribuible a un proyecto sobre los resultados o los ingresos netos como sigue:

$$\left( \text{Variación de ingresos netos} \right) = \left[ \left( \begin{array}{c} \text{Ingresos} \\ \text{operativos} \\ \text{del proyecto} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \text{Gasto por} \\ \text{intereses de la} \\ \text{deuda nueva} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \text{Ingresos por intereses} \\ \text{perdidos al usar las reservas} \\ \text{para financiar los RRPP} \end{array} \right) \right] (1 - \text{Tipo impositivo}). \quad (9.1)$$

Es útil reordenar los términos del siguiente modo:

$$\begin{aligned} \left( \text{Variación de ingresos netos} \right) &= \underbrace{\left[ \left( \begin{array}{c} \text{Ingresos} \\ \text{operativos} \\ \text{del proyecto} \end{array} \right) \left( 1 - \begin{array}{c} \text{Tipo} \\ \text{impositivo} \end{array} \right) \right]}_{\text{Término 1}} - \underbrace{\left[ \left( \begin{array}{c} \text{Gasto por} \\ \text{intereses de la} \\ \text{deuda nueva} \end{array} \right) \left( 1 - \begin{array}{c} \text{Tipo} \\ \text{impositivo} \end{array} \right) \right]}_{\text{Término 2}} \\ &\quad - \underbrace{\left[ \left( \begin{array}{c} \text{Ingresos por intereses} \\ \text{perdidos al usar las reservas} \\ \text{para financiar los RRPP} \end{array} \right) \left( 1 - \begin{array}{c} \text{Tipo} \\ \text{impositivo} \end{array} \right) \right]}_{\text{Término 3}} \end{aligned} \quad (9.1a)$$

El primer término del lado derecho de la Ecuación 9.1a representa el beneficio neto operativo después de impuestos, o NOPAT. El segundo término representa el coste después de impuestos de la deuda utilizada para financiar el proyecto, y el último término representa el coste de oportunidad después de impuestos de los ingresos por intereses sobre el efectivo utilizado para financiar el proyecto. Al sustituir los valores de estas variables en el proyecto de Beck, obtenemos la siguiente estimación del impacto del proyecto sobre los ingresos netos de la empresa:

$$\left( \text{Variación de ingresos netos} \right) = 500.000(1 - 0,20) - 2.000.000 \times 0,05(1 - 0,20) - 4.000.000 \times 0,04(1 - 0,20) = 192.000 \$$$

donde el tipo impositivo es del 20%, el coste de la deuda es del 5% y el tipo de interés de los títulos negociables de la empresa (i. e., el efectivo) es del 4%.

Una vez establecido que el proyecto es acretivo, ahora consideramos si tiene un VAN positivo. Se espera que la nueva inversión contribuya con un EBIT adicional de 500.000 \$ al año. El proyecto también requiere un CAPEX de 600.000 \$ anuales, que es exactamente igual a los 600.000 \$ de gastos de amortización. Por tanto, se estiman en 400.000 \$ anuales los PFCF después de impuestos:

Beneficio antes de intereses e impuestos (EBIT)	500.000 \$
Menos: impuestos (20%)	<u>(100.000) \$</u>
Igual: beneficio operativo neto (NOPAT)	400.000 \$
Más: gasto por amortización	600.000 \$
Menos: gastos de capital (CAPEX)	<u>(600.000) \$</u>
Igual: PFCF	400.000 \$

Suponiendo que el WACC del proyecto es del 8% (el mismo que el de la empresa), el valor del proyecto y su VAN se puede calcular como sigue:

$$\begin{aligned} VAN &= \text{Valor actual del PFCF} - \text{Inversión en el proyecto} \\ &= \frac{400.000}{0,08} - 6.000.000 = 5.000.000 - 6.000.000 = (1.000.000) \$ \end{aligned}$$

Nótese que el valor actual de la corriente perpetua de los PFCF de 400.000 \$ anuales, descontados al 8% de coste del capital del proyecto, es de 5.000.000 \$, mientras que la inversión inicial en el proyecto era de 6.000.000 \$. Esto implica que el VAN es negativo en -1.000.000 \$. De forma similar, la TIR del proyecto se define como sigue:

$$\begin{aligned} VAN &= \text{Valor actual del PFCF} - \text{Inversión en el proyecto} = 0 \\ &= \frac{400.000}{TIR} - 6.000.000 = 0 \$ \\ TIR &= \frac{400.000}{6.000.000} = 0,667 = 6,67\% \end{aligned}$$

Claramente, este proyecto es inaceptable, puesto que produce una rentabilidad de solo el 6,67%, mientras que el coste del capital para el proyecto es del 8%.

¿Cómo puede un proyecto con VAN negativo aumentar el EPS?

¿Cómo puede ser que una inversión sea acretiva para los resultados de la empresa pero tenga un VAN negativo? Para comprender esto, es útil recordar en primer lugar que la tasa

**Tabla 9.1 Ejemplo 1: mal proyecto con buenos ingresos (Beck Electronics) (miles de dólares salvo las cifras por acción)**

<b>Panel a. Características del proyecto y asunciones</b>	
Desembolso de la inversión	6.000.000 Gasto puntual
Vida del proyecto	Infinita Activo de vida perpetua
CAPEX = gasto por amortización	—
Financiación de la deuda	2.000.000 Deuda perpetua (nunca vence)
Recursos propios (de beneficios retenidos)	4.000.000 Obtenidos del excedente de efectivo
EBIT adicional al año	500.000 Anual (perpetuamente constante)
Tipo impositivo	20%
Rendimiento de los bonos del Tesoro	4%
Tipo de interés acreedor (antes de impuestos)	5%
Coste de los recursos propios	10%
Coste del capital (WACC)	8% Mismo WACC para la empresa y el proyecto

<b>Panel b. Cuentas de resultados <i>pro forma</i></b>			
	<b>Empresa sin proyecto</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Empresa + proyecto</b>
EBIT	4.000.000	500.000	4.500.000
Menos: gasto por intereses	(500.000)	(100.000)	(600.000)
Más: ingreso por intereses (financiación con RRPP)	160.000	0	0
EBT	3.660.000	400.000	3.900.000
Menos: impuestos	(732.000)	(80.000)	(780.000)
Ingreso neto	2.928.000	320.000,00	3.120.000
Beneficio por acción (EPS)	1,464	0,160	1,560

<b>Panel c. Análisis del flujo de caja</b>			
	<b>Empresa sin proyecto</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Empresa + proyecto</b>
EBIT	4.000.000	500.000	4.500.000
Menos: impuestos	(800.000)	(100.000)	(900.000)
NOPAT	3.200.000	400.000	3.600.000
Más: amortización	2.400.000	0	2.400.000

Nota: ¡el EPS aumenta si se aprueba el proyecto!



Menos: CAPEX	(2.400.000)	0	(2.400.000)
FFCF	3.200.000	400.000	3.600.000
<b>Panel d. Valoración de la empresa y el proyecto</b>			
Valor de la empresa antes del proyecto		40.000.000	
Menos: desembolso de la inversión	(6.000.000)		
Más: valor de los flujos de caja del proyecto	5.000.000		
Valor de la empresa más el proyecto		39.000.000	
Valor actual neto		(1.000.000)	

← Pero: ¡el VAN del proyecto es negativo!

**Leyenda:**  
 EBIT = beneficio antes de intereses e impuestos  
 EBT = beneficio antes de impuestos  
 NOPAT = beneficio neto operativo después de impuestos  
 CAPEX = gastos de capital  
 FFCF = flujo de caja disponible de la empresa

de descuento que se utiliza en el análisis DCF debería entenderse como el coste de oportunidad del capital; es decir, la tasa de rendimiento que la empresa podría obtener en una inversión alternativa con el mismo riesgo que el proyecto de inversión que se evalúa. En contraste, cuando examinamos si la inversión en Beck era acretiva o dilutiva asumimos, de hecho, que el coste de oportunidad era igual al interés que se obtendría del efectivo empleado para financiar el proyecto. En otras palabras, utilizamos un tipo libre de riesgo como coste de oportunidad de los recursos propios, y por tanto ignoramos el hecho de que el proyecto de inversión tiene riesgo. Para comprender mejor a qué nos referimos con el problema del coste de los recursos propios, observemos con más atención la Ecuación 9.1a:

$$\begin{aligned} \left( \text{Variación de} \right) &= \underbrace{\left[ \begin{array}{c} \left( \frac{\text{Ingresos}}{\text{operativos}} \right) \\ \left( \frac{\text{del proyecto}}{\text{del proyecto}} \right) \end{array} \right] \left( 1 - \frac{\text{Tipo}}{\text{impositivo}} \right)}_{\text{NOPAT}} \\ &- \underbrace{\left[ \begin{array}{c} \left( \frac{\text{Gasto por}}{\text{intereses de la}} \right) \left( 1 - \frac{\text{Tipo}}{\text{impositivo}} \right) + \left( \frac{\text{Ingresos por intereses}}{\text{perdidos al usar las reservas}} \right) \left( 1 - \frac{\text{Tipo}}{\text{impositivo}} \right) \\ \left( \frac{\text{deuda nueva}}{\text{deuda nueva}} \right) \end{array} \right]}_{\text{Coste del capital}} \\ &= \text{NOPAT} - \text{Coste del capital} \end{aligned} \quad (9.1b)$$

La expresión anterior separa en dos componentes la ecuación de la variación de los ingresos netos que resultan de la aprobación del proyecto. El primer término entre corchetes es el NOPAT. El segundo término entre corchetes representa el coste anual (después de impuestos) del capital utilizado para financiar el proyecto; este es el coste del capital anual del proyecto.

Un examen del segundo término revela que el único coste de oportunidad que incluimos relativo a los recursos propios son los ingresos por intereses perdidos al usar las reservas para financiar los recursos propios. En el ejemplo de Beck, este era el rendimiento del 4% (3,2% después de impuestos) de los bonos del Tesoro a corto plazo, que subestima sustancialmente el verdadero coste del capital de los recursos propios del proyecto.

La inversión era acretiva en este ejemplo porque su TIR del 6,67% supera el tipo de interés libre de riesgo del 4% (3,2% después de impuestos). Sin embargo, el proyecto tiene un VAN negativo porque su TIR no supera el coste de oportunidad del capital ajustado al riesgo del proyecto, que es del 8%.

#### Emitir nuevas acciones: acreción y dilución del EPS y la ratio P/B

Hasta este momento hemos asumido que la empresa tiene suficiente efectivo proveniente de la retención de beneficios anteriores para financiar el componente de recursos propios de sus inversiones. Ahora consideremos de qué modo se ve afectado el EPS si Beck tiene que financiar el proyecto emitiendo nuevas acciones. Como se explica a continuación, cuando las empresas financian proyectos emitiendo recursos propios, un

factor clave que determina si el proyecto es acretivo o dilutivo es la ratio precio/beneficio (P/B).

Para ilustrar la importancia de la ratio P/B, daremos información adicional sobre Beck Electronics y consideraremos una nueva oportunidad de inversión que generará una tasa de rendimiento del 10% pero requerirá una emisión de recursos propios. La inversión produce un EBIT añadido de 750.000 \$ al año a perpetuidad, lo que implica que se espera que el proyecto produzca un flujo de caja después de impuestos de 600.000 \$ a perpetuidad. El coste de esta inversión es 6.000.000 \$, lo que implica una TIR del 10%.

En concreto, como se describe en el Caso A de la Tabla 9.2, suponemos que tanto Beck como el nuevo proyecto están financiados por completo con recursos propios, que el coste de los recursos propios es del 10% y que el múltiplo P/B de Beck es de 10. El coste de los recursos propios del 10% y la ratio P/B de 10 reflejan el hecho de que Beck reparte todos sus beneficios en dividendos, y los titulares de los recursos propios no prevén ningún crecimiento en el valor de las acciones de la empresa. (Esto es, el coste de los recursos propios es igual a la ratio de los dividendos entre el precio de la acción, que es igual a los beneficios entre el precio de la acción). Nótese también que el proyecto ofrece un VAN de cero, dado que la TIR es exactamente igual al coste del capital.

En este ejemplo concreto, el proyecto no tiene efecto sobre el EPS de la empresa (no produce acreción ni dilución), y tiene un VAN igual a cero. Por tanto, el EPS y el VAN apuntan en la misma dirección. Como mostraremos, esto sucede porque el coste de los recursos propios en este ejemplo es igual al recíproco de la ratio P/B. En general, el coste de los recursos propios no será exactamente igual al B/P (el recíproco del P/B), lo que significa que hay conflictos potenciales entre los criterios EPS y VAN.

A efectos ilustrativos, alteremos el ejemplo y supongamos que Beck tiene unas perspectivas de crecimiento significativo, como en el Caso B de la Tabla 9.2, y, como resultado, su cotización es el doble y su ratio P/B es 20 en lugar de 10. Con esta cotización más elevada, Beck puede financiar el proyecto vendiendo la mitad de acciones que antes. El proyecto en sí no ha cambiado.

No obstante, dado que la ratio P/B de Beck es ahora más elevada, iniciar la inversión aumenta significativamente el EPS de la empresa. En efecto, siempre que el proyecto rinda más de un 5%, producirá acreción del EPS<sup>3</sup>.

### Generalización del análisis de acreción y dilución de los resultados

Podemos generalizar los efectos de la selección de un proyecto sobre el EPS de una empresa analizando el cambio esperado en el EPS de una empresa que resultaría de la aprobación de un proyecto o inversión. La cuestión clave al determinar si una inversión financiada con recursos propios es acretiva o dilutiva es la relación entre la tasa de rendimiento

<sup>3</sup>El siguiente ejemplo numérico puede ayudar a ilustrar este aspecto: sin el proyecto, el EPS de la empresa es de 1,60 \$ por cada una de las 2.000.000 de acciones. Con una ratio P/B de 10, el precio de la acción es de 16 \$. En consecuencia, para obtener los 6 M\$ necesarios para financiar la inversión se requerirá la emisión de  $6.000.000/16 = 375.000$  acciones adicionales. A partir del número total de acciones tras la emisión (2.375.000), los beneficios anuales de 600.000 \$ del proyecto incrementarán el EPS en 0,253 \$. Sin embargo, dado que el coste de los recursos propios es igual al B/P (10%), la combinación de la empresa y el proyecto tiene un EPS de 1,60 \$, exactamente el mismo EPS que la empresa tiene sin el proyecto. Supongamos ahora que la ratio P/B es 20; la cotización de la empresa sería de 32 \$ ( $20 \times 1,60$  \$), lo que significa que tendría que emitirse un menor número de acciones (la mitad, para ser exactos) para obtener los 6 M\$ necesarios para financiar el proyecto. El EPS del proyecto resulta ser 0,274 \$ y el EPS de la combinación es 1,737 \$.

**Tabla 9.2 Financiar el proyecto emitiendo nuevas acciones: EPS y VAN**

Caso A:  $ROE = 10\% = 1/(P/B) = B/P = 10\%$ ; empresa sin crecimiento (coste de los RRPP =  $B/P = 10\%$ )

<b>Panel a. Cuentas de resultados <i>pro forma</i></b>	<b>Empresa sin proyecto</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Empresa + proyecto</b>
EBIT	4.000.000	750.000	4.750.000
Menos: gasto por intereses	0	0	0
Más: ingreso por intereses (financiación con RRPP)	0	0	0
EBT	4.000.000	750.000	4.750.000
Menos: impuestos	(800.000)	(150.000)	(950.000)
Ingreso neto	3.200.000	600.000	3.800.000
Beneficio por acción (EPS)	1,600	0,253	1,600

<b>Panel b. Análisis del flujo de caja</b>	<b>Empresa sin proyecto</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Empresa + proyecto</b>
EBIT	4.000.000	750.000	4.750.000
Menos: impuestos	(800.000)	(150.000)	(950.000)
NOPAT	3.200.000	600.000	3.800.000
Más: amortización	2.400.000	600.000	3.000.000
Menos: CAPEX	(2.400.000)	(600.000)	(3.000.000)
FFCF	3.200.000	600.000	3.800.000

<b>Panel c. Valoración de la empresa y el proyecto</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Empresa + proyecto</b>
Valor de la empresa antes del proyecto		32.000.000
Menos: desembolso de la inversión	(6.000.000)	
Más: valor de los flujos de caja del proyecto	6.000.000	
Valor de la empresa más el proyecto		32.000.000
Valor actual neto		0

En el caso A el EPS de la empresa no cambia con la aprobación del proyecto, y el VAN es cero. Sin embargo, en el caso B, donde el coste de los RRPP no es igual al recíproco de la ratio P/B (*i. e.*, la ratio B/P), el VAN del proyecto sigue siendo cero, pero el EPS aumenta.

obtenida con los recursos propios invertidos en el proyecto (ROE) y la ratio beneficio/pre-  
cio (*i. e.*, B/P, la recíproca de la ratio P/B). Si el ROE del proyecto es mayor que la ratio B/P,  
entonces será acretivo para el EPS de la empresa. De forma similar, si el ROE es menor  
que la ratio B/P, el proyecto será dilutivo para el EPS.

La Figura 9.1 generaliza la relación entre la variación de los resultados de la empresa,  
el ROE del proyecto y la ratio B/P. En el panel a el ROE del proyecto es del 10%, y este

Caso B:  $ROE = 10\% > 1/(P/B) = 5\%$ ; empresa con crecimiento (coste de los RRPP =  $10\% > B/P = 5\%$ )

<b>Panel a. Cuentas de resultados <i>pro forma</i></b>	<b>Empresa sin proyecto</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Empresa + proyecto</b>
EBIT	4.000.000	750.000	4.750.000
Less: Interest expense	0	0	0
Menos: ingreso por intereses (financiación con RRPP)	0	0	0
EBT	4.000.000	750.000	4.750.000
Menos: impuestos	(800.000)	(150.000)	(950.000)
Ingreso neto	3.200.000	600.000	3.800.000
Beneficio por acción (EPS)	1,600	0,274	1,737

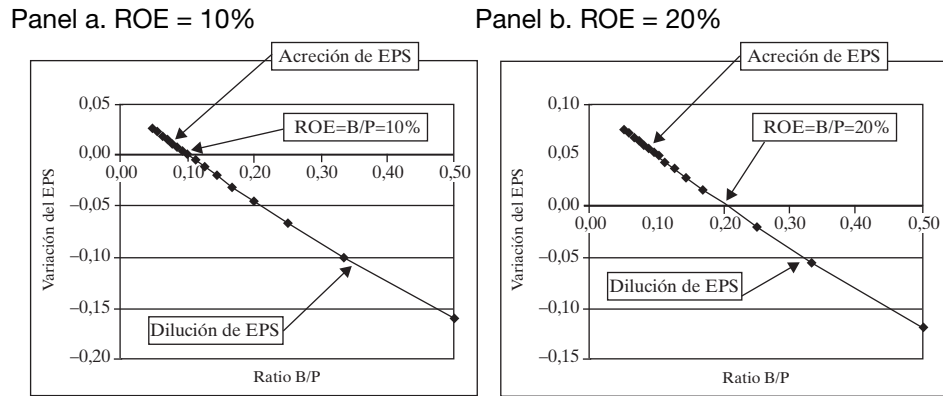
  

<b>Panel b. Análisis del flujo de caja</b>	<b>Empresa sin proyecto</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Empresa + proyecto</b>
EBIT	4.000.000	750.000	4.750.000
Menos: impuestos	(800.000)	(150.000)	(950.000)
NOPAT	3.200.000	600.000	3.800.000
Más: amortización	2.400.000	600.000	3.000.000
Menos: CAPEX	(2.400.000)	(600.000)	(3.000.000)
FFCF	3.200.000	600.000	3.800.000

<b>Panel c. Valoración de la empresa y el proyecto</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Empresa + proyecto</b>
Valor de la empresa antes del proyecto		32.000.000
Menos: desembolso de la inversión	(6.000.000)	
Más: valor de los flujos de caja del proyecto	6.000.000	
Valor de la empresa más el proyecto		32.000.000
Valor actual neto		—

rendimiento produce una acreción de resultados siempre que la ratio B/P está por debajo del 10%. En el panel b el proyecto produce un ROE del 20%; siempre que la ratio B/P esté por debajo del 20%, el proyecto será acretivo. En esencia, aceptar nuevas inversiones según el estándar de acreción de resultados es equivalente a comparar el ROE del proyecto con la ratio B/P. Este estándar solo es apropiado cuando el coste de los recursos propios del proyecto es igual al B/P, lo que en general no se cumple.

**Figura 9.1** ROE frente al ratio B/P y la acreción o dilución del EPS**Leyenda**

**Acreción de EPS:** la variación del beneficio por acción es positiva cuando el ROE supera la ratio beneficio/precio. Cuando el ROE es del 10% (panel a), el proyecto es acretivo si la ratio B/P es del 10% o menos. De forma similar, cuando el ROE es del 20% (panel b), el proyecto aumenta los beneficios de la empresa cuando la ratio B/P es del 20% o menos.

**Dilución de EPS:** la variación en el EPS es negativa si el ROE es inferior a la ratio B/P.

¿Qué empresas son más adecuadas para aceptar proyectos con VAN negativos cuando utilizan la acreción de EPS como herramienta de decisión en el análisis de proyectos? La respuesta, por supuesto, son las empresas en que la ratio B/P subestima en mayor medida el verdadero coste de financiación de sus recursos propios. En general, estas serán empresas en crecimiento, que tienen mayores ratios P/B, porque es probable que sus resultados crezcan en el futuro.

**Financiación de la deuda y dilución de resultados**

El ejemplo anterior ilustra cómo la ratio P/B de la empresa influye en si el proyecto genera acreción o dilución. Sin embargo, esto solo se cumple cuando el proyecto se financia con recursos propios nuevos. Cuando se financia con deuda, la acreción o dilución del proyecto vendrá determinada por la comparación entre su TIR y el coste después de impuestos de la deuda. En el ejemplo anterior el proyecto es acretivo si se financia con deuda con un coste después de impuestos inferior al 10%.

Suponga que está recomendando un proyecto con VAN positivo que tiene una TIR del 8%, y sugiere que se finencie emitiendo recursos propios. La ratio P/B actual de su empresa es 10, lo que implica que este proyecto financiado con recursos propios será dilutivo. Dependiendo de la situación, a su director financiero puede no gustarle la idea de iniciar un proyecto que diluye el EPS actual de la empresa. ¿Qué alternativas tiene? Una primera alternativa es abandonar el proyecto sin más. Una segunda alternativa es emplear financiación externa suficiente para que el proyecto sea acretivo en lugar de dilutivo. ¿Cuál es la mejor opción? Eso depende del VAN del proyecto y de la capacidad de la empresa de apalancarse sin poner en peligro su *rating* crediticio.

## Ejemplo 2: Un buen proyecto con perspectivas de ingresos *back-loaded*

El segundo elemento del que hablaremos que puede producir la acreción de los resultados es el **problema de los ingresos *back-loaded***. Con *back-loaded* nos referimos a que el proyecto genera muy pocos o ningún ingreso en los primeros años, y por el contrario los genera hacia el final de su vida.

Consideremos la situación a la que se enfrenta Dowser Chemical, que está a punto de lanzar un nuevo producto que comprende una inversión inicial de 33.750.000 \$ y que se espera que genere ingresos y resultados durante un periodo de 10 años. Además del coste de las instalaciones y el equipo, el lanzamiento requiere un precio agresivo y gastos sustanciales de promoción del producto, que reducirán severamente los beneficios en los primeros años. A medida que el nuevo producto gane aceptación en el mercado, necesitará un menor presupuesto de promoción, y se podrán subir los precios. Los efectos combinados de estos cambios dispararán tanto los flujos de caja del proyecto como el EPS de la empresa.

La Tabla 9.3 contiene las consecuencias contables del proyecto de inversión de Dowser. El panel a contiene los balances *pro forma* correspondientes al arranque del proyecto en el año 0 y a los años 1 a 10. El balance inicial del año 0 revela una inversión inicial de 3.750.000 \$ en activo circulante y una inversión adicional de 30.000.000 \$ en propiedades, instalaciones y equipo, lo que da un activo total de 33.750.000 \$. Dowser financia parte del activo circulante con 1.250.000 \$ en deuda a corto plazo. El resto de la financiación del proyecto se obtiene con bonos o deuda a largo plazo por un total de 10.833.333 \$, y 21.666.700 \$ de recursos propios, que suman los 32.500.000 \$ de capital invertido. El panel b contiene las cuentas de resultados *pro forma*, que indican que se espera que el proyecto pierda dinero durante su primer año, pero que será rentable en todos los años sucesivos.

Para estimar el VAN del proyecto, en el panel a de la Tabla 9.4 convertimos las cuentas de resultados *pro forma* en estimaciones del PFCF. Este ejercicio revela que el proyecto no producirá flujos de caja positivos hasta el quinto año. No obstante, basándonos en los flujos de caja estimados a 10 años vista y en una tasa de descuento del 12% (el WACC del proyecto), en el panel b de la Tabla 9.4 estimamos el VAN del proyecto en 5.718.850 \$. En consecuencia, a partir de la estimación del VAN concluimos que el proyecto es una buena oportunidad para la empresa.

¿Pero cuál es el efecto del proyecto sobre el beneficio por acción de la empresa?

### Efectos en los resultados: acreción frente a dilución

Los grandes proyectos, como el que Dowser Chemical está valorando, pueden tener un efecto significativo en los resultados de la empresa. Para medir cómo afecta el proyecto al EPS de la empresa, lo estimaremos con y sin el proyecto. En este caso, no solo nos fijaremos en cómo el proyecto afecta al EPS en un año, sino que examinaremos cómo le afecta en los próximos diez años. Estas proyecciones, que se muestran en la Tabla 9.5, revelan que el proyecto tarda varios años en producir acreción del EPS. Como resultado, durante el primer año el proyecto reduce los resultados de la empresa en 758.000 \$, y por tanto disminuye el EPS en -0,42 \$. El proyecto continúa siendo dilutivo durante los siguientes cuatro años, y finalmente produce una acreción en el sexto año de 0,12 \$ por acción.

El dilema al que se enfrenta el directivo, entonces, es el siguiente: ¿debería la empresa aprobar el proyecto y sufrir los efectos de la dilución de resultados durante los próximos cuatro años, o rechazar el proyecto aunque tenga un VAN positivo?

## 9.4. EL BENEFICIO ECONÓMICO Y LA DESCONEXIÓN ENTRE EL BENEFICIO POR ACCIÓN Y EL VAN

En la sección anterior demostramos que hay dos problemas fundamentales que surgen cuando se utiliza la acreción de resultados como criterio para aprobar proyectos. El primero es el problema del coste de los recursos propios: el coste de oportunidad de los recursos propios no se tiene en cuenta adecuadamente en el cálculo del EPS. El segundo es el de los ingresos *back-loaded*: los proyectos producen una cantidad desproporcionada de sus ingresos en la segunda mitad de su vida, lo que hace dilutivos en sus primeros años incluso a los proyectos con VAN positivo. En ambos casos, el análisis de la acreción o dilución del EPS puede constituir un indicador engañoso en lo que respecta al VAN del proyecto.

En la década de 1980, los consultores financieros empezaron a recomendar medidas alternativas de desempeño y programas de retribución a los ejecutivos para paliar el sesgo asociado con la influencia que la acreción o dilución del EPS tenía en sus decisiones. La más conocida de estas medidas alternativas de beneficio económico fue popularizada por Stern Stewart and Company, y se conoce como valor económico añadido o EVA®.

### Beneficio económico (alias EVA®)

Los contables han abogado durante mucho tiempo por el uso de una medida de beneficio modificada llamada ingreso residual o beneficio económico para cuantificar el desempeño periódico de la empresa. Stern Stewart and Company definen el beneficio económico, o EVA®, como sigue:

$$EVA_t^{(R)} = \left( \begin{array}{c} \text{Beneficio neto operativo} \\ \text{después de impuestos} \\ \text{(NOPAT)}_t \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \text{Gastos} \\ \text{de capital}_t \end{array} \right) \quad (9.2)$$

donde:

$$NOPAT_t = EBIT_t \times (1 - \text{Tipo impositivo})$$

y:

$$\left( \begin{array}{c} \text{Gastos} \\ \text{de capital}_t \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{Capital} \\ \text{invertido}_{t-1} \end{array} \right) \times WACC$$

La Ecuación 9.2 se parece bastante a la Ecuación 9.1b, que definimos antes en el ejemplo de Beck. Sin embargo, los gastos de capital de la Ecuación 9.2 incorporan el verdadero



coste de oportunidad de los recursos propios, que es del 8% en el ejemplo de Beck, en lugar del rendimiento después de impuestos de los bonos del Tesoro que se refleja en la Ecuación 9.1b (rendimiento del 4%, del 3,2% después de impuestos)<sup>4</sup>. Dado que los gastos de capital ajustados al riesgo son mayores que el tipo libre de riesgo implícito en el análisis de los resultados, los beneficios económicos asociados con este proyecto serán muy inferiores a los resultados atribuibles al proyecto.

### Evaluar el problema del coste de los recursos propios con el beneficio económico

En la Tabla 9.6 aplicamos el concepto de beneficio económico a la evaluación de la inversión de Beck que presentamos antes en la Tabla 9.1. El análisis del beneficio económico que se encuentra en la Tabla 9.6 revela que el beneficio económico de Beck cae hasta 720.000 \$, lo que refleja el beneficio económico del proyecto, de -80.000 \$. Este decremento se debe a que el proyecto no es una inversión que cree valor (lo que es coherente con el VAN negativo de -1.000.000 \$ que calculamos en el panel d de la Tabla 9.1).

El valor actual de todos los beneficios económicos futuros es igual al VAN del proyecto, y esto supone una prueba adicional de que el beneficio económico es el indicador correcto del potencial del proyecto de crear valor para el accionista. En el ejemplo de inversión de Beck Electronics, en que el beneficio económico es un importe constante durante todos los años futuros y se asume que el proyecto tiene una vida infinita (*i. e.*, los beneficios económicos futuros son perpetuamente constantes), podemos calcular el valor actual de todos los beneficios económicos futuros como sigue:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Valor actual} \\ \text{de todos los beneficios} \\ \text{económicos futuros} \end{array} \right) = \frac{\text{Beneficio económico}}{\text{Coste del capital}} = \frac{(800.000)}{0,08} = (1.000.000) \$$$

El valor actual de todos los beneficios económicos futuros es igual a lo que Stern Stewart denomina “valor de mercado añadido” (MVA), que no es más que el VAN del proyecto. Hay que señalar, sin embargo, que el MVA que se utiliza para clasificar el desempeño de las empresas y que se publica en la prensa financiera no se calcula como el valor actual de los beneficios económicos futuros esperados (véase el recuadro de Consejos técnicos titulado “MVA y VAN”).

<sup>4</sup>Para comprender por qué se da esto, podemos reescribir los gastos (costes) del capital de la Ecuación 9.1b como sigue:

$$\begin{aligned} \left( \begin{array}{l} \text{Gastos} \\ \text{de capital} \end{array} \right) &= \left[ \left( \begin{array}{l} \text{Gasto por} \\ \text{intereses de la} \\ \text{deuda nueva} \end{array} \right) \left( 1 - \begin{array}{l} \text{Tipo} \\ \text{impositivo} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Ingresos por intereses} \\ \text{perdidos al usar las reservas} \\ \text{para financiar los RRPP} \end{array} \right) \left( 1 - \begin{array}{l} \text{Tipo} \\ \text{impositivo} \end{array} \right) \right] \\ &= \left[ \frac{\left( \begin{array}{l} \text{Tipo de interés} \\ \text{de la deuda nueva} \end{array} \right) \times \text{Deuda} \times \left( 1 - \begin{array}{l} \text{Tipo} \\ \text{impositivo} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Rendimiento} \\ \text{del Tesoro} \end{array} \right) \times \text{RRPP} \times \left( 1 - \begin{array}{l} \text{Tipo} \\ \text{impositivo} \end{array} \right)}{\text{Deuda} + \text{RRPP}} \right] \times (\text{Deuda} + \text{RRPP}) \\ &= \left( \begin{array}{l} \text{Media ponderada del tipo} \\ \text{de interés acreedor y el} \\ \text{rendimiento del Tesoro} \end{array} \right) \times (\text{Deuda} + \text{RRPP}). \end{aligned}$$

**Tabla 9.3 Estados financieros *pro forma* de la nueva propuesta de negocio de Dowser Chemicals**

<b>Panel a. Balances <i>pro forma</i> (miles de dólares)</b>					
<b>Ingresos por ventas proyectados</b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Ventas		30.000,00	36.000,00	43.200,00	51.840,00
<b>Balances <i>pro forma</i></b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Activo circulante	3.750,00	4.500,00	5.400,00	6.480,00	7.776,00
Propiedades, instalaciones y equipo	30.000,00	32.000,00	34.400,00	37.280,00	40.736,00
<b>Total</b>	<b>33.750,00</b>	<b>36.500,00</b>	<b>39.800,00</b>	<b>43.760,00</b>	<b>48.512,00</b>
Deuda a corto plazo	1.250,00	1.500,00	1.800,00	2.160,00	2.592,00
Deuda a largo plazo	10.833,33	11.666,67	12.666,67	13.866,67	15.306,67
Recursos propios	21.666,67	23.333,33	25.333,33	27.733,33	30.613,33
<b>Total</b>	<b>33.750,00</b>	<b>36.500,00</b>	<b>39.800,00</b>	<b>43.760,00</b>	<b>48.512,00</b>
Capital invertido	32.500,00	35.000,00	38.000,00	41.600,00	45.920,00
<b>Panel b. Cuentas de resultados <i>pro forma</i> (miles de dólares)</b>					
<b>Año</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
Ventas	30.000	36.000	43.200	51.840	
Coste de bienes vendidos	(12.000)	(14.400)	(17.280)	(20.736)	
<b>Beneficio bruto</b>	<b>18.000</b>	<b>21.600</b>	<b>25.920</b>	<b>31.104</b>	
Gastos operativos (excluyendo amortización)	(15.000)	(16.800)	(18.960)	(21.552)	
Gastos por amortización	(3.000)	(3.200)	(3.440)	(3.728)	
<b>Ingreso operativo neto</b>	<b>—</b>	<b>1.600</b>	<b>3.520</b>	<b>5.824</b>	
Menos: gastos por intereses	(1.083)	(1.167)	(1.267)	(1.387)	
<b>Beneficio antes de impuestos</b>	<b>(1.083)</b>	<b>433</b>	<b>2.253</b>	<b>4.437</b>	
Menos: impuestos	325	(130)	(676)	(1.331)	
<b>Ingresos netos</b>	<b>(758)</b>	<b>303</b>	<b>1.577</b>	<b>3.106</b>	

<b>Ingresos por ventas proyectados</b>					
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
62.208,00	74.649,60	89.579,52	107.495,42	128.994,51	154.793,41
<b>Balances <i>pro forma</i></b>					
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
9.331,20	11.197,44	13.436,93	16.124,31	19.349,18	23.219,01
44.883,20	49.859,84	55.831,81	62.998,17	71.597,80	81.917,36
54.214,40	61.057,28	69.268,74	79.122,48	90.946,98	105.136,38
3.110,40	3.732,48	4.478,98	5.374,77	6.449,73	7.739,67
17.034,67	19.108,27	21.596,59	24.582,57	28.165,75	32.465,57
34.069,33	38.216,53	43.193,17	49.165,14	56.331,50	64.931,14
54.214,40	61.057,28	69.268,74	79.122,48	90.946,98	105.136,38
51.104,00	57.324,80	64.789,76	73.747,71	84.497,25	97.396,71
<b>Año</b>					
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
62.208	74.650	89.580	107.495	128.995	154.793
(24.883)	(29.860)	(35.832)	(42.998)	(51.598)	(61.917)
37.325	44.790	53.748	64.497	77.397	92.876
(24.662)	(28.395)	(32.874)	(38.249)	(44.698)	(52.438)
(4.074)	(4.488)	(4.986)	(5.583)	(6.300)	(7.160)
8.589	11.907	15.888	20.665	26.399	33.278
(1.531)	(1.703)	(1.911)	(2.160)	(2.458)	(2.817)
7.058	10.203	13.977	18.506	23.940	30.462
(2.117)	(3.061)	(4.193)	(5.552)	(7.182)	(9.139)
4.941	7.142	9.784	12.954	16.758	21.323

**Tabla 9.4 Análisis del flujo de caja y el VAN del proyecto**

<b>Panel a. Estimaciones de los flujos de caja disponibles (miles de dólares)</b>				
	<b>Año</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Ventas	30.000	36.000	43.200	51.840
Ingreso operativo neto	0	1.600	3.520	5.824
Menos: pagos de intereses	0	(480)	(1.056)	(1.747)
NOPAT	0	1.120	2.464	4.077
Más: gastos por amortización	3.000	3.200	3.440	3.728
Menos: inversiones:				
En capital circulante neto	(500)	(600)	(720)	(864)
En capital nuevo (CAPEX)	(5.000)	(5.600)	(6.320)	(7.184)
Inversión neta total del periodo	(5.500)	(6.200)	(7.040)	(8.048)
PFCF	(2.500)	(1.880)	(1.136)	(243)
<b>Panel b. Análisis del VAN (miles de dólares)</b>				
<b>Valoración del proyecto</b>				
Valor actual de los flujos de caja disponibles (coste del capital 12%)		6.859,72		
Valor actual del capital invertido, año 10		31.359,13		
Valor actual de los flujos de caja del proyecto		38.218,85		
Menos: capital invertido inicial en el año 0		(32.500,00)		
VAN		5.718,85		

Año					
5	6	7	8	9	10
62.208	74.650	89.580	107.495	128.995	154.793
8.589	11.907	15.888	20.665	26.399	33.278
(2.577)	(3.572)	(4.766)	(6.200)	(7.920)	(9.983)
6.012	8.335	11.122	14.466	18.479	23.295
4.074	4.488	4.986	5.583	6.300	7.160
1.037)	(1.244)	(1.493)	(1.792)	(2.150)	(2.580)
(8.221)	(9.465)	(10.958)	(12.750)	(14.899)	(17.479)
(9.258)	(10.709)	(12.451)	(14.541)	(17.049)	(20.059)
828	2.114	3.657	5.508	7.729	10.395

**Tabla 9.5 Análisis de los efectos de dilución de resultados (miles de dólares excepto los datos por acción)**

Análisis de los efectos de dilución de resultados	1	2	3	4
Ingresos netos del proyecto	(758)	303	1.577	3.106
Ingresos netos de la empresa sin el proyecto	53.750	57.781	62.115	66.773
Ingresos netos totales de la empresa con el proyecto	52.992	58.085	63.692	69.880
Número de acciones incluyendo el proyecto	10.688,33	10.736,81	10.760,31	10.760,31
Beneficio por acción combinado de empresa y proyecto	4,96	5,41	5,92	6,49
Número de acciones sin el proyecto	10.000	10.000	10.000	10.000
Beneficio por acciones sin el proyecto	5,38	5,78	6,21	6,68
<b>(Dilución)/acreción del beneficio por acción</b>	<b>(0,42)</b>	<b>(0,37)</b>	<b>(0,29)</b>	<b>(0,18)</b>

En este ejemplo en concreto, el beneficio económico o EVA<sup>®</sup> proporciona una herramienta muy útil para evaluar de forma periódica el desempeño de un modo totalmente consistente con el criterio del VAN. Esto es, dado que el proyecto produce una corriente constante de ingresos y beneficio económico, cuando el beneficio económico es positivo, el proyecto tiene un VAN positivo, y cuando es negativo, también el VAN es negativo.

Sin embargo, como demostramos en el ejemplo de Dowser Chemical, el beneficio económico no resuelve automáticamente los problemas que surgen cuando los ingresos de una inversión no son estables o uniformemente distribuidos a lo largo de la vida del proyecto. En concreto, consideramos dos escenarios en los que la distribución de llegada de los ingresos supone un problema. El primero surge cuando los ingresos se concentran en los últimos años de vida del proyecto; nos hemos referido a esto como el problema de los ingresos *back-loaded*. En este caso, el proyecto puede tener un beneficio económico negativo durante sus primeros años, y aun así generar un VAN esperado positivo. El segundo ocurre cuando los ingresos del

**Tabla 9.6 Evaluación del beneficio económico para resolver el problema del coste de los recursos propios: Beck Electronics, Inc.**

	Empresa sin proyecto	Proyecto	Empresa + proyecto
EBIT	4.000.000	500.000	4.500.000
Menos: intereses	(800.000)	(100.000)	(900.000)
NOPAT	3.200.000	400.000	3.600.000
Menos: gastos de capital	(2.400.000)	(480.000)	(2.880.000)
Beneficio económico	800.000	(80.000)	720.000

**Leyenda**

EBIT: beneficio antes de intereses e impuestos.

NOPAT: beneficio operativo neto después de impuestos.

Gastos de capital: capital invertido multiplicado por el WACC.

Beneficio económico: NOPAT menos los gastos de capital.

5	6	7	8	9	10
4.941	7.142	9.784	12.954	16.758	21.323
71.781	77.165	82.952	89.174	95.862	103.052
76.722	84.307	92.736	102.128	112.620	124.375
10.760,31	10.760,31	10.760,31	10.760,31	10.760,31	10.760,31
7,13	7,84	8,62	9,49	10,47	11,56
10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
7,18	7,72	8,30	8,92	9,59	10,31
<b>(0,05)</b>	<b>0,12</b>	<b>0,32</b>	<b>0,57</b>	<b>0,88</b>	<b>1,25</b>

proyecto se concentran en los primeros años; nos referimos a esto como el problema de los ingresos *front-loaded*. En esta situación el proyecto puede comenzar produciendo beneficios económicos positivos durante algunos años, pero en los años siguientes pueden volverse lo bastante negativos como para que el VAN del proyecto resulte negativo.

### Evaluar los problemas de ingresos *back-loaded* y *front-loaded* con el beneficio económico

En el ejemplo de Beck Electronics, la utilización del beneficio económico en lugar del EPS corrige un error de selección de proyectos que puede surgir cuando la acreción o dilución del EPS es una variable de decisión crítica. El ejemplo de Beck ilustra que el criterio del

## CONSEJOS TÉCNICOS

### MVA y VAN

El valor de mercado añadido, o MVA, se suele calcular como la diferencia del valor de mercado de la empresa (cotización por número de acciones más pasivo, a menudo según su valor en libros) menos una estimación del capital invertido en la empresa en un momento dado. La última es básicamente un ajuste del valor en libros de los activos de la empresa, tomado del balance más reciente. En este cálculo del MVA, los beneficios económicos futuros no se estiman y descuentan, y la valoración del capital invertido no es igual al coste de sustitución (el importe que se necesitaría para replicar la cartera de activos de la empresa). En consecuencia, el MVA que se publica en la prensa financiera (por ejemplo, Stephen Taub, "MVPs of MVA", *CFO Magazine*, 1 de julio de 2003) no es técnicamente igual al VAN de la empresa, pero es una aproximación basada en una comparación entre el valor de mercado de los títulos (deuda y recursos propios) de la empresa y el valor en libros de sus activos (después de hacer algunos ajustes clave; véase el Capítulo 5 de G. Bennett Stewart, III, *The Quest for Value*, HarperBusiness, 1991).

**Tabla 9.7 Utilización del beneficio económico (EVA®) para evaluar el ejemplo de Dowser Chemical presentado en la Tabla 9.3.**

<b>Panel a. Cálculo del beneficio económico (miles de dólares)</b>				
<i>Método 1</i>	<b>Año</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Ventas	30.000	36.000	43.200	51.840
Ingreso operativo	0	1.600	3.520	5.824
Menos: pagos de intereses	0	(480)	(1.056)	(1.747)
NOPAT	0	1.120	2.464	4.077
Menos: gastos de capital = capital invertido $\times k_{WACC}$	(3.900)	(4.200)	(4.560)	(4.992)
<b>Beneficio económico = NOPAT – gastos de capital</b>	<b>(3.900)</b>	<b>(3.080)</b>	<b>(2.096)</b>	<b>(915)</b>
<i>Método 2</i>				
Rendimiento del capital invertido (ROIC)	0,00%	3,20%	6,48%	9,80%
Coste del capital ( $k_{WACC}$ )	12%	12%	12%	12%
Capital invertido ( $t - 1$ )	32.500	35.000	38.000	41.600
<b>Beneficio económico = (ROIC – <math>k_{WACC}</math>) <math>\times</math> capital invertido (<math>t - 1</math>)</b>	<b>(3.900)</b>	<b>(3.080)</b>	<b>(2.096)</b>	<b>(915)</b>
<b>Panel b. MVA y VAN del proyecto (miles de dólares)</b>				
MVA = valor actual de los beneficios económicos	5.719			
Más: capital invertido	32.500			
Valor del proyecto	38.219			
VAN = valor del proyecto – capital invertido	5.719			

EPS utiliza de forma implícita una tasa de descuento incorrecta. Por tanto, para corregir el problema empleamos una medida de desempeño alternativa que utiliza la tasa de descuento correcta. Desafortunadamente, el beneficio económico no resuelve directamente las cuestiones relacionadas con el problema de los ingresos *back-loaded* ilustradas en el ejemplo de Dowser Chemical.

#### Ingresos *back-loaded*

El panel a de la Tabla 9.7 contiene los cálculos del beneficio económico de todos los años del problema de Dowser Chemical presentado antes. Aunque el proyecto tiene un VAN positivo, tiene beneficios económicos negativos en los años 1 a 4, que luego se vuelven positivos en el quinto año<sup>5</sup>. Como mencionamos anteriormente, el valor actual de los benefi-

<sup>5</sup>Nótese que se utilizan dos métodos equivalentes para calcular el beneficio económico en el panel a de la Tabla 9.7. El primero es el método convencional que se define en la Ecuación 9.2. El segundo simplemente



Año					
5	6	7	8	9	10
62.208	74.650	89.580	107.495	128.995	154.793
8.589	11.907	15.888	20.665	26.399	33.278
(2.577)	(3.572)	(4.766)	(6.200)	(7.920)	(9.983)
6.012	8.335	11.122	14.466	18.479	23.295
(5.510)	(6.132)	(6.879)	(7.775)	(8.850)	(10.140)
502	2.202	4.243	6.691	9.629	13.155
13,09%	16,31%	19,40%	22,33%	25,06%	27,57%
12%	12%	12%	12%	12%	12%
45.920	51.104	57.325	64.790	73.748	84.497
502	2.202	4.243	6.691	9.629	13.155

cios de todos los años de una inversión es igual a su VAN (véase el panel b de la Tabla 9.7). Sin embargo, el hecho de que la suma de los valores actuales de los beneficios económicos sea igual al VAN no implica que del beneficio económico de un año cualquiera se pueda concluir si el VAN del proyecto es positivo, negativo o cero.

#### Ingresos *front-loaded*

La Tabla 9.8 contiene un proyecto de inversión similar al ejemplo de Dowser, excepto en que el patrón de llegada de los ingresos está invertido. En este ejemplo, el proyecto ingresa más en los primeros años y menos en los últimos años de su vida, lo que implica que tanto el NOPAT como el beneficio económico son mayores en el primer año que en cualquiera

reconoce que el rendimiento del capital invertido (ROIC) es igual a la ratio del NOPAT sobre el capital invertido y representa el beneficio económico multiplicado por la diferencia entre el ROIC y el capital invertido  $k_{WACC}$ .

**Tabla 9.8 Utilización del beneficio económico (EVA®) para evaluar una inversión con ingresos *front-loaded***

<b>Panel a. Cálculo del beneficio económico (miles de dólares)</b>				
<i>Método 1</i>	<b>Año</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Ventas	80.000	76.000	72.200	68.590
Ingreso operativo	12.632	11.600	10.620	9.689
Menos: pagos de intereses	(3.789)	(3.480)	(3.186)	(2.907)
NOPAT	8.842	8.120	7.434	6.782
Menos: gastos de capital = capital invertido × $k_{WACC}$	(7.453)	(7.200)	(6.960)	(6.732)
<b>Beneficio económico = NOPAT – gastos de capital</b>	<b>1.389</b>	<b>920</b>	<b>474</b>	<b>50</b>
<i>Método 2</i>				
Rendimiento del capital invertido (ROIC)	14,24%	14,24%	13,53%	12,82%
Coste del capital ( $k_{WACC}$ )	12%	12%	12%	12%
Capital invertido ( $t - 1$ )	62.105	60.000	58.000	56.100
<b>Beneficio económico = (ROIC – <math>k_{WACC}</math>) × capital invertido (<math>t - 1</math>)</b>	<b>1.389</b>	<b>1.342</b>	<b>889</b>	<b>458</b>
<b>Panel b. MVA y VAN del proyecto (miles de dólares)</b>				
MVA = valor actual de los beneficios económicos	(617)			
Más: capital invertido	62.105			
Valor del proyecto	61.488			
VAN = valor del proyecto – capital invertido	(617)			

de los años siguientes<sup>6</sup>. El resultado es que para el proyecto *front-loaded*, el beneficio económico es positivo en los primeros cinco años y luego se vuelve negativo en los años 6 a 10. En este ejemplo, el proyecto tiene un VAN negativo (véase el panel b de la Tabla 9.8), aunque el EVA® de los primeros años sea positivo.

### Resumiendo

La cuestión es que el valor de un proyecto de varios años está en función de múltiples flujos de caja (o, análogamente, múltiples años de beneficio económico), y el resultado de un año concreto no suele ser suficiente para evaluar el valor global de la inversión. Este hecho plantea un dilema muy serio al director financiero, que querría optar por las inversiones

<sup>6</sup>Aunque no lo señalamos en la Tabla 9.8, el proyecto también es acretivo para los ingresos en sus dos primeros años de vida, y luego se vuelve dilutivo en los años 3 a 10.

Año					
5	6	7	8	9	10
65.161	61.902	58.807	55.867	53.074	50.420
8.805	7.964	7.166	6.408	5.687	5.003
(2.641)	(2.389)	(2.150)	(1.922)	(1.706)	(1.501)
6.163	5.575	5.016	4.485	3.981	3.502
(6.515)	(6.310)	(6.114)	(5.928)	(5.752)	(5.584)
(352)	(735)	(1.098)	(1.443)	(1.771)	(2.082)
12,09%	11,35%	10,60%	9,85%	9,08%	8,31%
12%	12%	12%	12%	12%	12%
54.295	52.580	50.951	49.404	47.933	46.537
49	(341)	(712)	(1.065)	(1.400)	(1.719)

con VAN positivo, pero al que evalúan y pagan por el resultado de la empresa año tras año. El problema es aún más serio cuando la creación de valor del proyecto varía de un año a otro y se extiende durante muchos años.

## 9.5. SOLUCIONES PRÁCTICAS: USO EFECTIVO DEL BENEFICIO ECONÓMICO

Hemos demostrado que si los flujos de caja de un proyecto con VAN positivo están *back-loaded*, el proyecto puede diluir el beneficio económico y el EPS. De forma similar, un proyecto *front-loaded* puede ser acretivo tanto para los resultados como para los ingresos incluso cuando su VAN es negativo. En ambos casos, hay un problema de horizonte temporal que sesga a los directivos, alejándolos de los proyectos *back-loaded* aunque

tengan VAN positivos y acercándolos a los proyectos *front-loaded* incluso si tienen VAN negativos.

Se pueden adoptar dos enfoques para resolver el problema del horizonte temporal. El primero consiste en afinar la medida con la que calculamos el desempeño. Esto implica realizar ajustes al modo como se calcula el gasto por amortización para que refleje más fielmente los cambios reales en el valor de las propiedades, instalaciones y equipo durante la vida del proyecto, en lugar de seguir una regla contable como la amortización lineal. El segundo conlleva afinar las retribuciones de los directivos. Un ejemplo de este enfoque es el llamado “banco de bonus”, que logra que los bonus reflejen el desempeño durante periodos de tiempo más largos.

## Modificar el cálculo del beneficio económico

Cuando se calcula el beneficio económico, se suele utilizar un método contable para depreciar el coste de las instalaciones y el equipo durante la vida de la inversión. Por ejemplo, si utilizamos amortización lineal con un valor residual de cero, vemos que un equipo de 100.000 \$ con una vida útil de cinco años produce unos gastos anuales de amortización de 20.000 \$. Esto significa que el capital invertido que asignamos a este equipo en el año 0 es 100.000 \$, en el año 1 es 80.000 \$, y así en adelante. Es ciertamente improbable que el valor real del equipo decaiga de este modo exacto. De hecho, en proyectos que tienen ingresos y flujos de caja *back-loaded*, el valor del capital invertido puede incluso incrementarse en los primeros años, cuando la inversión se está desembolsando. De forma similar, en proyectos *front-loaded* el valor del capital invertido puede disminuir muy rápido en los primeros años, cuando los ingresos son mayores. Esta discrepancia entre los métodos estándar de contabilizar el capital invertido en activos depreciables y el patrón real de variación del valor de estos activos lleva a los problemas que señalamos en la sección anterior, en lo que respecta a los resultados y al beneficio económico.

Harold Bierman sugiere una solución técnica para este problema que utiliza lo que llama “valor actual” o “depreciación económica” para determinar el capital invertido<sup>7</sup>. La clave del ajuste de Bierman al cálculo del beneficio económico está en la estimación de la depreciación económica, que no es más que la variación de un año a otro del valor actual de los flujos de caja futuros esperados de un proyecto. Para ilustrar cómo se lleva a cabo, el panel a de la Tabla 9.9 muestra un análisis de la inversión *back-loaded* de Dowser Chemical (que se presentó en la Tabla 9.3 y cuyo beneficio económico se analizó en la Tabla 9.7). El primer paso del análisis consiste en estimar la TIR del proyecto de inversión, que es del 13,73%. A continuación, estimamos el valor del proyecto al comienzo de cada año a partir del valor actual de los flujos de caja futuros de ese año en adelante utilizando la TIR como tasa de descuento. Por tanto, el valor de los flujos de caja futuros del proyecto en el año 0 es igual a los 32.500.000 \$ invertidos en el proyecto. En el año 1, el valor del capital invertido es igual al valor actual de los flujos de caja esperados para los años 2 a 10, o 39.462.080 \$, y así en adelante. La depreciación económica, por tanto, es simplemente la variación del valor del proyecto de un año al siguiente. De este modo, en el año 1 la amortización del proyecto tiene de hecho un valor positivo de 6.962.080 \$, lo que refleja una apreciación en el valor del proyecto, dado que los flujos de caja del primer periodo son negativos; y cuanto más avancemos en el tiempo, más flujos de caja positivos (*back-loaded*) formarán parte de los flujos de caja futuros.

<sup>7</sup>Harold Bierman, “Beyond Cash Flow ROI”, *Midland Corporate Finance Journal* 5, n.º 4 (invierno), 1988: 36-39.

Nuestra medida revisada de beneficio económico ahora refleja un NOPAT revisado que se estima como la suma del PFCF original del proyecto más la depreciación económica del año. En el año 1, el NOPAT revisado es igual a  $(2.500.000) \$ + 6.962.080 \$ = 4.462.080 \$$ . Los gastos de capital del año 1 (y todos los años subsiguientes) también se revisan para reflejar el valor económico del capital invertido basado en el valor actual de los flujos de caja de cada año futuro. Por tanto, en el año 1 los gastos de capital son iguales al capital invertido, 32.500.000 \$, multiplicado por el 12%, es decir, 3.900.000 \$. Al restar del NOPAT revisado la estimación revisada de los gastos de capital, obtenemos el beneficio económico revisado para el año 1: 562.080 \$.

Recuerde que este ejemplo tiene un VAN positivo de 5.718.850 \$, pero a causa de los ingresos *back-loaded* produce beneficios económicos negativos en los primeros años del proyecto cuando calculamos el beneficio económico de la manera convencional (en la Tabla 9.7). Nótese que las medidas de beneficio económico revisado son todas positivas si utilizamos la depreciación económica, lo que implica que este proyecto crea valor.

El panel b de la Tabla 9.9 muestra un análisis del proyecto con ingresos *front-loaded* que presentamos antes, en la Tabla 9.8. Recuerde que este proyecto tenía un VAN negativo de (617.100) \$, pero con los ingresos *front-loaded*, los beneficios económicos de los primeros años eran positivos. Sin embargo, al aplicar la depreciación económica al problema se revisan las medidas de beneficio económico, y todas se vuelven negativas en los años 1 a 10, lo que es coherente con la idea de que el proyecto destruye valor.

Stern Stewart ofrece recomendaciones adicionales que pueden mitigar el problema de horizonte temporal. Por ejemplo, propone que las empresas capitalicen sus gastos de I+D y publicidad en lugar de anotarlos como gasto en el periodo en que se realiza el desembolso real. Además, recomienda que la empresa contabilice los gastos de la inversión más lentamente a medida que el proyecto evoluciona y se hace productivo (*i. e.*, anotar los costes de los bienes de capital a lo largo del tiempo conforme el proyecto empieza a producir ingresos). De este modo, la empresa reduce los gastos de capital en los primeros años de vida del proyecto. Estos cambios tienen el efecto de distribuir los beneficios económicos más uniformemente en el tiempo del mismo modo que lo hace utilizar la depreciación económica.

Aunque estos cambios tienen sentido, hay un desafío real al comunicar cualquier medida de beneficio económico a los mercados financieros. Se otorga menor credibilidad a cualquier medida que se desvíe de los cálculos según los PCGA, dado que la dirección tiene la potestad de decidir las medidas que describan el desempeño de su empresa de la manera más favorable posible. Esto significa que la empresa necesitará un argumento convincente, además de credibilidad en los mercados, para justificar sus cálculos del beneficio económico.

Como indica Bennett Stewart en la entrevista del recuadro de Consejos de la industria, los directivos en estas situaciones tienen más credibilidad en los mercados financieros si pueden demostrar que están involucrados personalmente en los resultados a largo plazo de sus empresas.

## Modificar la retribución con bonus basados en el beneficio económico

Stern Stewart recomienda varias prácticas que deberían alargar el horizonte de inversión de los directivos<sup>8</sup>. En primer lugar, los bonus por desempeño deberían depositarse y

<sup>8</sup>La reflexión de esta sección está basada en J. Stern, B. Stewart III y D. Chew, "The EVA® Financial Management System", *Journal of Applied Corporate Finance* 8, 2 (verano 1995), págs. 32-46.

**Tabla 9.9 Revisión del beneficio económico para reflejar la depreciación económica**

<b>Panel a. Ejemplo de ingresos <i>back-loaded</i></b>					
<b>Miles de dólares</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
PFCF	(32.500,00)	(2.500,00)	(1.880,00)	(1.136,00)	(243,20)
TIR de la inversión	13,73%				
Valor actual de los flujos de caja futuros (capital invertido estimado)	32.500,00	39.462,08	46.760,02	54.315,93	62.016,42
Depreciación económica = variación del valor actual de los flujos de caja futuros		6.962,08	7.297,94	7.555,91	7.700,49
NOPAT revisado = PFCF + depreciación económica		4.462,08	5.417,94	6.419,91	7.457,29
Gastos de capital revisados = capital invertido revisado $(t - 1) \times$ coste del capital		(3.900,00)	(4.735,45)	(5.611,20)	(6.517,91)
Estimación revisada del beneficio económico		562,08	682,49	808,71	939,38
VAN = MVA = valor actual de todos los beneficios económicos futuros (revisado)	5.718,85				
<b>Panel b. Ejemplo de ingresos <i>front-loaded</i></b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
PFCF	(62.105,26)	10.947,37	10.120,00	9.334,00	8.587,30
TIR de la inversión	11,79%				
Valor actual de los flujos de caja futuros (capital invertido estimado)	62.105,26	58.481,68	55.258,16	52.440,50	50.037,27
Depreciación económica = variación del valor actual de los flujos de caja futuros		(3.623,58)	(3.223,52)	(2.817,66)	(2.403,23)
NOPAT revisado = PFCF + depreciación económica		7.323,79	6.896,48	6.516,34	6.184,07
Gastos de capital revisados = capital invertido revisado $(t - 1) \times$ coste del capital		(7.452,63)	(7.017,80)	(6.630,98)	(6.292,86)
Estimación revisada del beneficio económico		(128,84)	(121,33)	(114,64)	(108,79)
VAN = MVA = valor actual de todos los beneficios económicos futuros (revisado)	(617,10)				

pagarse en determinados momentos, y en segundo lugar, los directivos deberían participar en un programa apalancado de opciones sobre acciones. El “banco de bonus” extiende el horizonte de decisión de un directivo porque considera “en riesgo” el dinero depositado en el banco de bonus. El rendimiento de la empresa durante el periodo en que el dinero está allí depositado influye en el importe que el directivo recibe.

<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
828,16	2.113,79	3.656,55	5.507,86	7.729,43	107.792,02
69.702,79	77.158,83	84.095,79	90.133,84	94.779,32	0,00
7.686,37	7.456,04	6.936,96	6.038,05	4.645,48	(94.779,32)
8.514,53	9.569,83	10.593,51	11.545,91	12.374,91	13.012,71
(7.441,97)	(8.364,34)	(9.259,06)	(10.091,49)	(10.816,06)	(11.373,52)
1.072,56	1.205,50	1.334,45	1.454,42	1.558,85	1.639,19

<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
7.877,94	7.204,04	6.563,84	5.955,64	5.377,86	50.038,95
48.060,00	46.523,46	45.445,92	44.849,51	44.760,54	0,00
(1.977,27)	(1.536,54)	(1.077,54)	(596,42)	(88,97)	(44.760,54)
5.900,67	5.667,50	5.486,30	5.359,23	5.288,90	5.278,41
(6.004,47)	(5.767,20)	(5.582,82)	(5.453,51)	(5.381,94)	(5.371,26)
(103,81)	(99,70)	(96,52)	(94,28)	(93,04)	(92,86)

El plan de banco de bonus típico funciona como sigue: los bonus del año en curso se determinan a partir del rendimiento de la empresa (por ejemplo, Stern Stewart recomienda que los bonus se basen en la mejora del EVA<sup>®</sup> de la empresa). Un tercio del bonus ingresado se paga a los empleados, mientras que dos tercios se depositan en el banco de bonus para distribuirlos más adelante. En el segundo año del plan, se usa el

## CONSEJOS DE LA INDUSTRIA

### Una entrevista con Bennett Stewart, Jr.\*

**Pregunta:**

¿Qué deberían hacer los directivos cuando entran en conflicto los criterios del VAN y los resultados? ¿Tienen suficiente credibilidad los directivos como para que los inversores los crean cuando dicen que los resultados son temporalmente más bajos porque la empresa se ha embarcado en inversiones que tienen VAN positivos pero al comienzo son dilutivas?

**Bennett:**

Los directivos siempre pueden comunicar más información, como el hecho de que un proyecto tiene una fase de lanzamiento, o que un incremento en los gastos de investigación o de *marketing* reducirá temporalmente los resultados. Cuando esto ocurre, el EVA® es un buen marco para comunicar estos datos. Sin embargo, creo que aunque todo esto es necesario, no es una solución suficiente. La pregunta de los inversores es: ¿Por qué deberíamos creer a la dirección? ¿Cómo sabemos que no son manipuladores, como los de Enron?

El mejor mecanismo de comunicación de la dirección de una empresa es este: predicar con el ejemplo comprometiendo su propio dinero. Esto se consigue con una combinación de las siguientes políticas corporativas: un plan de bonus que se base en distribuir a lo largo del tiempo la mejora del EVA®; pago de bonus a través de un “banco de bonus en riesgo”; la exigencia de que los directivos posean una cantidad significativa de recursos propios ilíquidos de la empresa; un plan de recompra de acciones de la empresa que haga coincidir la fecha de recompra con la previsión de los directivos de la revalorización de las acciones de la empresa; y la restricción de las ventas de las acciones por parte de los directivos a un esquema programado (*i. e.*, ventas planificadas siguiendo un calendario establecido).

\* Socio fundador de Stern Stewart and Company, Nueva York.

rendimiento de la empresa para decidir de nuevo los bonus de los empleados. Sin embargo, si el rendimiento de la empresa se deteriora, el bonus se hace negativo y se resta de la cuenta del empleado en el banco de bonus. Si el rendimiento de la empresa justifica el pago de un bonus en el segundo año, entonces el bonus total es igual a un tercio del bonus del año 1 (del banco de bonus) más un tercio del bonus ganado durante el año 2. El factor clave es que, dado que el dinero en el banco de bonus está en riesgo, se alienta a los empleados a enfocar sus decisiones hacia el largo plazo. Realizar acciones en el año en curso para aumentar el rendimiento del periodo actual a coste de los próximos dos años (en un plan de tres años) es una práctica que se volverá en contra del empleado.

## 9.6. RESUMEN

En el aula, los economistas financieros enfatizan la importancia de que son los flujos de caja los que determinan el valor, y que los resultados que se publican no deberían preocupar a los inversores. En la realidad, sin embargo, los directivos se preocupan por los resul-



tados que su empresa publica cada trimestre, y esta preocupación tiene un efecto significativo en los proyectos de inversión que se seleccionan.

¿Se está engañando a los estudiantes en el aula cuando se les enseña a concentrarse en los flujos de caja y hacer caso omiso de los resultados? La respuesta es un no rotundo. El valor está en función de los flujos de caja que reciben los inversores; sin embargo, si ignora los resultados que se publican, la dirección de la empresa se arriesga a los peligros de las malas interpretaciones por parte de los inversores en el mercado de capitales. Por esta razón, los ejecutivos no solo miran los estimadores de creación de riqueza basados en el VAN de los nuevos proyectos, sino también si el proyecto produce acreción de los resultados. Desafortunadamente, estos criterios de inversión no siempre son consistentes. Como ha demostrado este capítulo, los proyectos que son acretivos en sus primeros años pueden producir VAN negativos, y los que comienzan siendo dilutivos pueden tener VAN positivos.

La Tabla 9.10 resume los problemas de medición del rendimiento que surgen cuando se mide a los directivos periódicamente utilizando los resultados y cuando se evalúan nuevos proyectos según si son acretivos o dilutivos para los resultados de la empresa. El primero es el problema del coste de los recursos propios: el EPS no considera el coste de oportunidad de los recursos propios correcto. Cambiar los resultados por el beneficio económico resuelve este problema porque tiene en cuenta el coste de oportunidad de los recursos propios. El segundo problema tiene que ver con el calendario de llegada de los ingresos y los flujos de caja del proyecto. En concreto, los proyectos que tienen ingresos *back-loaded* a menudo son dilutivos en sus primeros años y aun así tienen un VAN positivo. De forma similar, hay proyectos malos que tienen ingresos *front-loaded*, que pueden ser acretivos para los resultados en sus primeros años, y pese a ello tener VAN negativos. En ambos casos, la aplicación simplista del beneficio económico puede llevar a lo que llamamos el “problema del horizonte temporal”. Esto es, los directivos que cobran bonus según los resultados anuales o los beneficios económicos tendrán incentivos para evitar los proyectos con ingresos *back-loaded* y aceptar los *front-loaded*.

Para resolver este problema de horizonte temporal, las empresas necesitan retribuir de forma adecuada a los directivos y comunicar el valor a largo plazo de sus inversiones a los mercados de capital. En otras palabras, retribuir a los directivos de un modo que los incentive a emprender proyectos a largo plazo con VAN positivo, y diseñar medidas de beneficio económico que se incrementen cuando las empresas acepten inversiones a largo plazo con VAN positivo. Mientras que las soluciones al problema del horizonte temporal resumidas en la Tabla 9.10 tienen sentido si las medidas de beneficio económico se utilizan internamente a efectos de retribución, el verdadero desafío está en convencer a los mercados de capital para que crean que las cifras reflejan fielmente el desempeño de la empresa. Los mercados de capital saben que los directivos siempre tienen un incentivo para afirmar que sus resultados actuales son bajos porque están realizando grandes inversiones que compensarán en el futuro. En esencia, el problema que la dirección de una empresa afronta en esta situación es de confianza y credibilidad ante la comunidad de inversores. No hay varitas mágicas ni fórmulas magistrales para generar credibilidad. La clave está en mirar a largo plazo, donde las alternativas que crean valor se imponen sobre las consecuencias cortoplacistas en los resultados.

**Tabla 9.10 Resumen del problema del horizonte temporal: solución al problema de medición**

Distribución temporal de los ingresos o flujos de caja del proyecto	Fuente de financiación	Problema	Solución
I. Estable (ni <i>front-loaded</i> ni <i>back-loaded</i> )	<p>Recursos propios internos</p> <p>Recursos propios externos (venta de acciones ordinarias)</p> <p>Deuda</p>	<p>El beneficio económico asigna el coste de los RRPP correcto al proyecto, mientras que el EPS asigna un coste por los RRPP igual al ingreso por intereses al que la empresa ha renunciado.</p> <p>Si el coste de los RRPP no es igual a la ratio B/P, el criterio de dilución/(acreción) del EPS no es coherente con el VAN <math>&lt;0</math> (<math>&gt;0</math>).</p> <p>El beneficio económico asigna el coste de los RRPP correcto. Sin embargo, los proyectos financiados con deuda serán acretivos solo si ingresan más que el coste después de impuestos de la deuda.</p>	<p>Evaluar el rendimiento periódicamente utilizando el beneficio económico.</p> <p>Evaluar el rendimiento periódicamente utilizando el beneficio económico.</p> <p>Evaluar el desempeño periódicamente utilizando el beneficio económico.</p>
II. <i>Back-loaded</i>	Cualquiera	El beneficio económico anual en los primeros años del proyecto será negativo, incluso aunque el VAN sea positivo.	<p>Revisar la métrica de beneficio económico para que refleje la depreciación económica. Capitalizar el gasto en I+D y en publicidad y amortizarlos durante toda la vida del proyecto.</p> <p>Utilizar un plan de retribución con un banco de bonus para extender el horizonte temporal de los directivos.</p>
III. <i>Front-loaded</i>	Cualquiera	El beneficio económico anual en los primeros años del proyecto puede ser positivo, incluso aunque el VAN sea negativo.	<p>Revisar la métrica de beneficio económico para que refleje la depreciación económica. Capitalizar el gasto en I+D y en publicidad y amortizarlos durante toda la vida del proyecto.</p> <p>Utilizar un plan de retribución con un banco de bonus para extender el horizonte temporal de los directivos.</p>

## PROBLEMAS

9.1. ACRECIÓN DE EPS Y VAN. El capítulo ha demostrado que el requerimiento de que los proyectos nuevos generen acreción en el EPS de la empresa a veces resulta en la aceptación de proyectos con VAN negativo y el rechazo de proyectos con VAN positivo. Sin embargo, en circunstancias más restrictivas, exigir que las nuevas inversiones sean acretivas para los resultados puede ser consistente con el criterio del VAN. ¿Son las siguientes afirmaciones verdaderas o falsas? Justifique su respuesta.

- a. Si se espera que los resultados del proyecto crezcan a la misma tasa que los resultados de la empresa, un proyecto acretivo para el EPS es un proyecto con VAN positivo.
- b. El criterio de acreción de resultados funcionó bien en los conglomerados financieros en la década de 1960 porque consiguieron hacerse con acciones de empresas con ratios P/B bajas que eran acretivas para los resultados.

9.2. ANALIZAR UN PROYECTO CON INGRESOS *BACK-LOADED*. Hospital Services, Inc. ofrece servicios de asistencia sanitaria fundamentalmente en el Oeste de Estados Unidos. La empresa gestiona hospitales psiquiátricos que utilizan la hospitalización total y parcial y la asistencia a pacientes externos. Es la primavera de 2007, y la empresa está considerando invertir en un nuevo sistema de monitorización de pacientes cuya instalación cuesta 6 M\$ por hospital. Se espera que el nuevo sistema contribuya al EBITDA de la empresa a través de ahorros anuales de 2,4 M\$ en los años 1 y 2, más 4,25 M\$ en el año 3.

El director financiero de la empresa está interesado en invertir en el sistema nuevo, pero le preocupa que los ahorros sean de tal naturaleza que el impacto inmediato del proyecto sea diluir los resultados de la empresa. Además, la empresa acaba de cambiar a un sistema de retribución basado en bonus según el beneficio económico, y el director financiero teme que el proyecto también haga que los beneficios económicos individuales de los hospitales tengan mal aspecto, lo que generaría resistencia en los directores de los hospitales al ver disminuir sus bonus.

- a. Suponiendo que el coste del capital del proyecto es del 15%, que la empresa tiene un tipo impositivo del 30%, y que deprecia linealmente la nueva inversión durante tres años hasta un valor residual de cero, calcule el VAN y la TIR esperados del proyecto.
- b. Calcule los beneficios económicos anuales de la inversión en los años 1 a 3. ¿Cuál es el valor actual de estos beneficios descontados con el coste del capital del proyecto? ¿Qué problemas potenciales anticipa?
- c. Calcule la depreciación económica del proyecto y utilícela para calcular una medida revisada de beneficio económico siguiendo el proceso de la Tabla 9.8. ¿Cuál es el valor actual de todas las medidas revisadas de beneficio económico cuando se descuentan con el coste del capital del proyecto? (Pista: revise primero la estimación inicial del NOPAT de su respuesta al apartado a restando al PFCF calculado la estimación de la depreciación económica. Después, calcule los gastos de capital de cada año como los gastos de capital menos la depreciación económica).
- d. Partiendo del análisis que ha realizado para responder a los apartados b y c, calcule el rendimiento del capital invertido (ROIC) de los años 1 a 3 como la ratio del NOPAT del año  $t$  entre el capital invertido en el año  $t - 1$ . Compare los dos conjuntos de cálculos y comente cómo afecta el uso de la depreciación económica a la estimación del ROIC del proyecto.

9.3. ANALIZAR UN PROYECTO CON INGRESOS FRONT-LOADED. Wind Power Inc. construye y explota parques eólicos que generan electricidad mediante aerogeneradores. La empresa tiene parques eólicos en el Sudoeste de Estados Unidos: Texas, Nuevo México y Oklahoma. Estamos en la primavera de 2007, y la empresa está considerando una inversión en un nuevo sistema de monitorización que cuesta 6 M\$ por parque eólico. Se espera que el nuevo sistema contribuya al EBITDA de la empresa a través de ahorros anuales de 4,25 M\$ en el año 1, 2,9 M\$ en el año 2, y 1 M\$ en el año 3.

El director financiero de Wind Power está interesado en invertir en el nuevo sistema, pero le preocupa que los ahorros sean de tal naturaleza que el impacto inmediato en el proyecto sea tan acretivo para los resultados de la empresa que los gerentes de las distintas unidades acepten la inversión incluso aunque no esperen obtener un VAN positivo. Además, la empresa acaba de cambiar a un sistema de retribución basado en bonus según el beneficio económico, y el director financiero teme que el proyecto también haga que los beneficios económicos individuales aumenten dramáticamente en el corto plazo, lo que produciría un incentivo adicional para los gerentes de los parques eólicos para aceptar el proyecto.

- a. Calcule el VAN y la TIR esperados del proyecto, suponiendo que el coste del capital del proyecto es del 15%, que la empresa paga un tipo impositivo del 30% y que deprecia linealmente la nueva inversión durante los tres años de vida del proyecto hasta un valor residual de cero.
- b. Calcule los beneficios económicos anuales de la inversión en los años 1 a 3. ¿Cuál es el valor actual de estos beneficios descontados con el coste del capital del proyecto? ¿Qué problemas potenciales anticipa?
- c. Calcule la depreciación económica del proyecto y utilícela para calcular una medida revisada de beneficio económico siguiendo el proceso de la Tabla 9.8. ¿Cuál es el valor actual de todas las medidas revisadas de beneficio económico cuando se descuentan con el coste del capital del proyecto? (Pista: revise primero la estimación inicial del NOPAT de su respuesta al apartado a restando al PFCF calculado la estimación de la depreciación económica. Después, calcule los gastos de capital de cada año como los gastos de capital menos la depreciación económica).
- d. Partiendo del análisis que ha realizado para responder a los apartados b y c, calcule el rendimiento del capital invertido (ROIC) de los años 1 a 3 como la ratio del NOPAT del año  $t$  entre el capital invertido en el año  $t - 1$ . Compare los dos conjuntos de cálculos y comente cómo afecta el uso de la depreciación económica a la estimación del ROIC del proyecto.

9.4. EPS VERSUS BENEFICIO ECONÓMICO. Modifiquemos el ejemplo de Beck Electronics del siguiente modo: en primer lugar, suponemos que todo el coste del proyecto (6 M\$) se financia con excedente de caja (*i. e.*, con los recursos propios obtenidos al retener los beneficios de años pasados). Además, suponemos que el tipo de interés de mercado de los 6 M\$ que se invertirán en el proyecto es del 12,5%. Nótese que la tasa de rendimiento después de impuestos (dado el tipo impositivo del 20%) es del 10%, que es igual al coste del capital.

- a. Evalúe el impacto de la inversión en el EPS de Beck.
- b. ¿Cuál es el VAN del proyecto?
- c. ¿Cuál es el beneficio económico anual del proyecto?
- d. ¿Qué le dicen los cálculos anteriores sobre el proyecto? ¿Debería Beck emprenderlo? ¿Por qué?

9.5. BENEFICIO ECONÓMICO Y VAN. Steele Electronics se está planteando desarrollar un nuevo componente que requiere una inversión de 100.000 \$ en nuevos bienes de capital y en capital circulante neto adicional. Se espera que la inversión genere flujos de caja durante los próximos cinco años. Los ingresos y PFCF previstos de la inversión se encuentran en la tabla.

- Suponiendo un coste del capital del proyecto del 11,24%, calcule el VAN y la TIR del proyecto.
- Steele está considerando la adopción del beneficio económico como herramienta de evaluación del desempeño. Calcule el beneficio económico anual del proyecto utilizando las cifras de capital invertido que se encuentran en la tabla<sup>9</sup>. ¿Cuál es la relación entre sus estimaciones del beneficio económico y el VAN del proyecto?
- ¿Cómo se vería afectada su valoración del proyecto si los beneficios económicos de 2006 y 2007 fuesen negativos? (No se requieren cálculos).

**Cuentas de resultados *pro forma* del proyecto (dólares)**

	2006	2007	2008	2009	2010
Ingresos	100.000	105.000	110.250	115.763	121.551
Menos: coste de bienes vendidos	(40.000)	(42.000)	(44.100)	(46.305)	(48.620)
Beneficio bruto	60.000	63.000	66.150	69.458	72.930
Menos: gastos operativos	(20.000)	(21.000)	(22.050)	(23.153)	(24.310)
Menos: gasto por amortización	(20.000)	(20.000)	(20.000)	(20.000)	(20.000)
Ingreso operativo neto	20.000	22.000	24.100	26.305	28.620
Menos: gasto por intereses	(3.200)	(3.200)	(3.200)	(3.200)	(3.200)
Beneficio antes de impuestos	16.800	18.800	20.900	23.105	25.420
Menos: impuestos	(5.040)	(5.640)	(6.270)	(6.932)	(7.626)
Ingresos netos	11.760	13.160	14.630	16.173	17.794

**PFCF (dólares)**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ingresos operativos netos		20.000	22.000	24.100	26.305	28.620
Menos: impuestos		(6.000)	(6.600)	(7.230)	(7.892)	(8.586)
NOPAT		14.000	15.400	16.870	18.414	20.034
Más: amortización		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Menos: CAPEX	(100.000)	—	—	—	—	—
Menos: variación de capital circulante neto	(5.000)	(250)	(263)	(276)	(289)	6.078
PFCF	(105.000)	33.750	35.138	36.594	38.124	46.112
Capital invertido		105.000	85.250	65.513	45.788	26.078

<sup>9</sup>Recuerde que el capital invertido en el proyecto es igual a los activos fijos netos más el capital circulante neto.

9.6. EVA<sup>®</sup>, MVA Y VALORACIÓN DE EMPRESAS. Calcule el EVA<sup>®</sup> anual de los años 1 a 4 del ejemplo de Canton Corporation descrito en el Problema 7.1. Suponiendo que el EVA<sup>®</sup> permanece constante en los años 5 y siguientes, calcule el valor actual de los EVA<sup>®</sup> de Canton. ¿Cuál es la relación entre este valor y el valor de empresa (EV)? ¿Cuál es el valor de empresa de Canton?

## PALABRAS CLAVE

Acreción  
Banco de bonus  
Beneficio por acción (EPS)  
Depreciación económica  
Dilución  
EVA  
Problema de los ingresos *back-loaded*  
Problema de los ingresos *front-loaded*  
Problema del coste de los recursos propios  
Ratio precio/beneficio (P/B).  
Valor de mercado añadido (MVA)

# Futuros, opciones y valoración de inversiones reales

**N**uestro interés a lo largo de los primeros nueve capítulos se ha centrado en las técnicas de valoración ampliamente utilizadas en la práctica. En particular, hemos examinado el enfoque de descuento de flujos de caja (DCF), que primero proyecta flujos de caja esperados y después asigna una tasa de descuento a cada flujo de caja para determinar su valor actual. Aunque hemos enfatizado lo que consideramos una práctica puntera en el sector, también hemos señalado un número de “desconexiones” entre la práctica en el sector y la teoría DCF.

Una desconexión significativa que hemos identificado en el Capítulo 2 es que los directivos tienden a proponer estimaciones de flujos de caja que son demasiado optimistas. En concreto, sus estimaciones a menudo representan lo que sucederá si todo se desarrolla según lo planeado más que los flujos de caja esperados que se requieren en la teoría DCF. Para contrarrestar este optimismo, es una práctica común en las empresas usar tasas de descuento que sean algo más elevadas que las tasas de rendimiento esperadas sugeridas por los manuales sobre la teoría DCF. Quizá esto no sea tan obvio en ningún sitio como en las estimaciones de flujos de caja hechas por emprendedores lógicamente optimis-

tas en sus planes de negocio, lo que lleva a los inversores de capital riesgo a usar tasas de descuento en el rango del 30% al 40%.

La segunda distinción entre la práctica en las empresas y la teoría DCF es que las empresas a menudo utilizan una única tasa de descuento para evaluar todos sus proyectos. Esto está en desacuerdo con la teoría DCF en dos sentidos: en primer lugar, las diferencias de riesgo entre los proyectos debería reflejarse en tasas de descuento propias de cada proyecto. En segundo lugar, utilizar una sola tasa de descuento para todos los flujos de caja futuros equivale a asumir que la estructura temporal de las tasas de descuento es fija para todos los proyectos. No obstante, como hemos enfatizado en el Capítulo 5, hay razones sólidas y muy prácticas por las cuales las empresas emplean un número limitado de tasas de descuento para evaluar sus proyectos de inversión.

En la Parte IV consideramos lo que se suele denominar “enfoque de valoración con opciones reales”. Este enfoque, basado en investigaciones académicas de mediados de los años ochenta, es ampliamente utilizado por el sector primario, así como por algunas compañías tecnológicas. Creemos, no obstante, que algunas de las cuestiones de gestión que llevan a las empresas a usar una sola tasa de descuento también las han hecho relativamente lentas en la adopción de este enfoque para valorar inversiones con más profundidad. La lenta tasa de adopción también puede deberse a su relativa complejidad y al hecho de que el enfoque de valoración con opciones reales puede requerir un número elevado de parámetros de entrada. Esperamos que nuestra reflexión con respecto a este enfoque, junto con *software* que puede adaptarse fácilmente a estos problemas, lo haga más accesible a los gerentes y popularice su uso.

El enfoque de opciones reales se basa en dos ideas importantes: la primera es que los mercados financieros a menudo publican precios que pueden utilizarse para valorar flujos de caja futuros. Esta es una idea que ya empleamos en el Capítulo 6, donde mostramos cómo se puede utilizar información de valores de mercado de empresas cotizadas en bolsa, o de transacciones recientes en mercados privados, para inferir el valor de los flujos de caja futuros de un negocio. De modo similar, en esta parte consideramos cómo es posible utilizar las transacciones de los mercados de *forwards*, futuros y opciones para valorar los flujos de caja futuros de proyectos de inversión.



La segunda idea que sostiene el enfoque de opciones reales es que la incertidumbre y la flexibilidad se relacionan de forma que influyen en los flujos de caja esperados. Introdujimos este concepto por primera vez en el Capítulo 2, donde describimos cómo se puede usar la simulación para estimar flujos de caja esperados. En esta parte vamos un paso más allá y exponemos cómo se valoran estos flujos de caja. En particular, hablaremos de equivalencia de certidumbre, que fue mencionada en el Capítulo 2. La idea es que en lugar de calcular el valor esperado de un flujo de caja futuro con riesgo, determinamos el flujo de caja cierto que tiene el mismo valor que el flujo de caja con riesgo. En otras palabras, en lugar de ajustar al riesgo utilizando una tasa de descuento más alta, son los flujos de caja los que se ajustan al riesgo. La ventaja principal de este enfoque, que trataremos con más detalle en el Capítulo 10, es que los flujos de caja equivalentemente ciertos se descuentan mediante el tipo libre de riesgo, de modo que la preocupación sobre utilizar diferentes tasas de descuento para diferentes inversiones que hemos discutido en el Capítulo 5 ya no es un problema. No obstante, en la mayoría de los casos, conseguir flujos de caja equivalentemente ciertos es todo un desafío.

Nuestra exposición del Capítulo 10 se centra en lo que llamamos opciones contractuales, que son opciones implícitas en contratos financieros. Por ejemplo, como veremos, una inversión apalancada proporciona a los inversores la opción de incumplir sus obligaciones de deuda cuando la inversión está yendo mal. Las opciones contractuales se pueden comparar con las opciones reales, tratadas en el Capítulo 11, que son opciones inherentes a la naturaleza de la inversión física. Por ejemplo, casi todas las inversiones que una empresa hace dotarán a la dirección de algún grado de flexibilidad en términos de cuándo se inicia la inversión, si se abandona y cuándo, y cómo se lleva a cabo. *Ceteris paribus*, un proyecto será más valioso cuanto mayor flexibilidad proporcione a la dirección. El análisis de opciones reales se utiliza para cuantificar el valor de esta flexibilidad.

Por último, en el Capítulo 12 analizamos las opciones estratégicas. Son opciones que surgen de las inversiones para mejorar las capacidades de la empresa o que la posicionan de manera que pueda generar oportunidades de inversión que aumenten su valor en el futuro. Por ejemplo, los contactos que establece una empresa mediante una inver-

sión inicial en un país extranjero pueden generar oportunidades lucrativas en el futuro. Una parte importante de la estrategia corporativa es identificar oportunidades de inversión que no solo incrementen el valor por sí mismas, sino que orienten a la empresa en una dirección en la que sea probable que se generen oportunidades futuras.

Antes de continuar, deberíamos advertir que no revisaremos todos los detalles técnicos que intervienen en la valoración de opciones reales. Esta puede llegar a ser bastante compleja, y los modelos de valoración que se utilizan en la práctica son desarrollados e implementados por profesionales con doctorados en áreas técnicas como Física, Matemáticas y Ciencias de la Computación. Estas personas con perfil más técnico generalmente colaboran con patrocinadores de proyectos y otros profesionales con habilidades menos técnicas que no necesitan entender las “tripas del asunto”. Sin embargo, es preciso que estos sean capaces de identificar las opciones implícitas en proyectos de inversión y de evaluar de forma aproximada cómo esas opciones contribuyen a dar valor a una inversión. Esta parte del libro se ha diseñado para proporcionar este nivel de conocimiento.

# El uso de futuros y opciones contractuales para la valoración de inversiones reales

## Presentación del capítulo

**E**n este capítulo utilizamos los precios de mercado de productos derivados cotizados, como contratos de opciones, *forwards* y futuros, para valorar oportunidades de inversión reales. Estos precios nos permiten convertir flujos de caja futuros con riesgo en sus equivalentes ciertos, que pueden descontarse utilizando un tipo libre de riesgo.

El capítulo describe un proceso de valoración en tres pasos que está estrechamente relacionado con el proceso de descuentos de flujos de caja (DCF) en tres pasos descrito en capítulos anteriores. La siguiente tabla resume el enfoque DCF tradicional y el de productos derivados de valoración, y muestra que la diferencia relevante entre estos enfoques se encuentra en cómo se realiza el ajuste al riesgo. En el enfoque tradicional DCF estimamos los flujos de caja esperados y los ajustamos utilizando una tasa de descuento ajustada al riesgo, mientras que en el enfoque de productos derivados utilizamos los precios de mercado de valores cotizados en bolsa para estimar los flujos de caja equivalentemente ciertos, que son después descontados con el tipo libre de riesgo. Una ventaja importante del enfoque de derivados es que emplea las estimaciones del mercado basadas en precios de mercado, mientras que el enfoque tradicional DCF se sustenta en las estimaciones de precios que hace la propia dirección.

	<b>Enfoque tradicional DCF de valoración</b>	<b>Enfoque de valoración de productos derivados</b>
<b>Paso 1</b>	Predecir el importe y la fecha de llegada de los flujos de caja futuros.	Predecir el importe y la fecha de llegada de los flujos de caja futuros.
<b>Paso 2</b>	Estimar una tasa de descuento adecuada al riesgo.	Utilizar los precios de mercado observados para estimar los equivalentes ciertos de los flujos de caja esperados.
<b>Paso 3</b>	Descontar los flujos de caja esperados de la inversión utilizando la tasa de descuento ajustada al riesgo para hallar su valor actual.	Descontar los equivalentes ciertos de los flujos de caja de la inversión para hallar su valor presente.

## 10.1. INTRODUCCIÓN

En la primavera de 1973 se produjeron dos acontecimientos importantes que tuvieron un profundo efecto sobre la teoría y la práctica financiera. El primero fue la apertura en abril de la primera cámara de compensación organizada para la cotización de opciones sobre acciones, la Chicago Board Options Exchange (CBOE)<sup>1</sup>. El segundo acontecimiento fue la publicación en mayo del modelo de Black-Scholes, que daba una fórmula para la valoración de opciones<sup>2</sup>. En las tres décadas siguientes hemos visto la proliferación de una variedad de mercados financieros que operan con opciones y con otros **derivados financieros**.

Los derivados financieros son contratos cuyo valor se deriva del valor de otro producto o activo. Este último es comúnmente identificado como el activo subyacente; pueden ser acciones, materias primas o cualquier otro activo<sup>3</sup>. Hay tres tipos principales de productos derivados: opciones, *forwards* y futuros. Una **opción** otorga al comprador el derecho (no la obligación) de comprar (opción *call*) o de vender (opción *put*) un activo determinado (como acciones o una parcela) a un precio determinado (llamado precio de ejercicio o *strike*) dentro de un periodo de tiempo delimitado. Los contratos de **futuros y forwards** son similares a las opciones en el sentido de que también representan acuerdos de compra o venta de un activo en un momento establecido en el futuro y a un precio determinado. Sin embargo, a diferencia de las opciones, que no obligan al comprador a ejercer el contrato, los contratos de *forwards* y futuros sí lo hacen. Para una revisión de las diferencias específicas entre los contratos de *forwards* y los de futuros, véase el recuadro de Consejos técnicos. Adicionalmente, en el Apéndice A se revisan los fundamentos de las opciones para quienes quieran hacer un breve repaso.

El desarrollo de los mercados de futuros, *forwards* y opciones está teniendo una influencia importante en cómo se valoran los proyectos de inversión en la práctica. En este capítulo proporcionamos dos ejemplos que ilustran cómo se lleva a cabo. El primer ejemplo usa una técnica conocida comúnmente como “valoración contra la curva *forward*”. En ella se usan los precios de mercado de los *forwards* para estimar los equivalentes ciertos de los flujos de caja futuros. El segundo ejemplo utiliza los precios de las opciones para ayudar a valorar las oportunidades de inversión que tienen características similares a una opción. En él mostramos cómo pueden emplearse los precios de las opciones para capturar el valor de la opción que tiene una empresa de incumplir sus obligaciones de deuda. Ambos ejemplos ponen de manifiesto los beneficios de utilizar precios de mercado, siempre que sea posible, en la valoración de inversiones de riesgo.

<sup>1</sup>Los mercados de derivados para contratos de futuros existían desde hacía tiempo. Por ejemplo, el Chicago Board of Trade (CBOT) se estableció en 1848 para que los granjeros y los comerciantes pudieran hacer contratos sobre materias primas básicas.

<sup>2</sup>Fisher Black y Myron Scholes, “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, *Journal of Political Economy* 81 (mayo-junio 1973), 637-659.

<sup>3</sup>Los *swaps* son otro tipo importante de contrato derivado que se usa ampliamente en las transacciones de cobertura; sin embargo, no los usaremos en nuestros ejemplos. Un *swap* es un contrato derivado por el cual dos contrapartes intercambian una serie de flujos de caja por otra. Estas series se llaman “patas” del *swap*. Por ejemplo, tómese el caso de un *swap* de tipo de interés fijo-flotante simple. La parte A hace pagos periódicos de intereses a la parte B basados en un tipo de interés variable, mientras que la parte B hace pagos periódicos de intereses basados en un tipo de interés fijo. Los pagos se calculan utilizando un notional. Los *swaps* son derivados *over-the-counter* (OTC), lo que significa que son negociados fuera de las cámaras de compensación y no se pueden comprar o vender como valores o contratos de futuros, sino que son todos únicos.

Aunque el enfoque de valoración utilizado en este capítulo es algo distinto de los utilizados en capítulos anteriores, las similitudes son en realidad más importantes que las diferencias. En todos los casos, estamos estimando en última instancia flujos de caja futuros que se descuentan al presente; la diferencia está en el método para conseguir los flujos de caja y en la tasa de descuento empleada. Además, utilizar precios de derivados para valorar flujos de caja es directamente análogo a usar sus comparables, presentados en el Capítulo 6. No obstante, en lugar de utilizar otro negocio como comparable para valorar una serie de flujos de caja futuros, utilizamos los precios de los derivados como los comparables adecuados para valorar los flujos de caja individuales.

Las técnicas en las que nos centramos en este capítulo fueron diseñadas originalmente para negocios basados en materias primas, como la minería, los productos químicos básicos y las exploraciones de petróleo y gas, en que los riesgos de los flujos de caja se derivan de los precios de las materias primas, para los que hay derivados que cotizan en bolsa. Por este motivo, los ejemplos que presentamos en este capítulo se centran en industrias extractivas, con un énfasis particular en la industria petrolífera y gasista, donde este enfoque está muy generalizado. No obstante, en los Capítulos 11 y 12 describimos cómo estas técnicas pueden servir para evaluar proyectos en una variedad de sectores.

Antes de emprender el estudio del enfoque de derivados para la valoración de activos, queremos enfatizar unos puntos importantes que esperamos que influyan en el modo en que el lector se aproxima al material en este capítulo:

- Dado que este enfoque es más novedoso que el análisis tradicional DCF, hay una tendencia a pensar que representa “otro enfoque” en el estudio de la valoración. Esta conclusión se ve reforzada por el hecho de que muchos de los términos utilizados son diferentes y de que se emplean herramientas como árboles de decisión y retículos binomiales. Sin embargo, lo cierto es que todavía seguimos haciendo análisis DCF. La innovación en el Capítulo 10 es que utilizamos los precios de mercado de los contratos derivados para mejorar nuestro análisis DCF (no para reemplazarlo).
- Los conceptos desarrollados en este capítulo aportan el fundamento para la comprensión de los Capítulos 11 y 12, donde consideramos el valor de la flexibilidad y de las opciones estratégicas. En el Apéndice A damos un repaso rápido a las opciones y sus retornos para aquellos lectores que estudiaron los derivados hace ya tiempo o que nunca lo hicieron. Puede que también sea útil visitar alguno de los muchos y excelentes recursos de la red para una revisión de estos contratos<sup>4</sup>.
- Por último, en este capítulo utilizamos retículos binomiales por primera vez. Esta será una nueva herramienta para muchos lectores. Consecuentemente, recomendamos dedicarle el tiempo que sea necesario para entenderla por completo, dado que también se utilizará en los siguientes dos capítulos<sup>5</sup>. La importancia de comprender el uso de esta herramienta en el enfoque de opciones reales es análoga a la importancia de entender cómo realizar los cálculos del valor temporal del dinero en el análisis DCF, de modo que ¡no pase del Capítulo 10 sin haberla comprendido!

Este capítulo se organiza como sigue: la Sección 10.2 expone el método de equivalencia de certidumbre para valorar flujos de caja futuros con riesgo. Este es uno de los tres

<sup>4</sup>Por ejemplo, véase <http://www.financialpolicy.org/dscprimer.htm>.

<sup>5</sup>Si cree que necesita ayuda adicional con esto, vea el Capítulo 10 en Robert L. McDonald, *Derivative markets* 2.<sup>a</sup> edición (Boston, MA: Addison Wesley, 2006).

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Una primera aproximación a los contratos *forward* y de futuros

Los contratos *forward* y de futuros son similares en el hecho de que ambos representan acuerdos de compra o venta de un activo en un determinado momento del futuro por un precio establecido. La principal diferencia entre un contrato de futuros y un *forward* es que el contrato de futuros cotiza en una cámara de compensación y el *forward* no. En cambio, el *forward* representa un acuerdo privado *over-the-counter* entre dos instituciones financieras o entre una institución financiera y uno de sus clientes.

Además de las diferencias de mercado, normalmente los *forwards* tienen especificada una única fecha para la entrega de la materia prima sobre la que se ha firmado el contrato, mientras que un contrato de futuros puede ofrecer un rango de fechas de entrega. Otra diferencia importante entre los *forwards* y los futuros es el método de liquidación de la diferencia entre el valor de la materia prima subyacente y el precio futuro de entrega preacordado: para un contrato *forward*, esta diferencia se liquida al terminar el contrato; en el caso del contrato de futuro, se liquida diariamente mediante un procedimiento denominado *marked-to-market*. Por último, los contratos de futuros, a diferencia de los *forwards*, se terminan o cierran normalmente antes de la entrega; la materia prima física no suele entregarse.

La siguiente exposición resume las características específicas de los contratos *forward* y de futuros:

	<i>Forward</i>	Futuros
<b>Mercado</b>	Contrato privado entre dos partes	Negociado en una cámara de compensación
<b>Contrato</b>	No estandarizado	Estandarizado
<b>Entrega</b>	Generalmente en una fecha de entrega	Rango de fechas de entrega
<b>Liquidación</b>	Al final del contrato	Diariamente ( <i>marked-to-market</i> )
<b>Terminación</b>	Entrega de la materia prima o liquidación en efectivo	Generalmente, el contrato se cierra antes de la fecha de finalización

Puede que piense que el mercado para la entrega inmediata o en curso de una materia prima debería llamarse “mercado actual”, en contraste con el mercado de *forwards* o de futuros. Sin embargo, no es el caso: este mercado se conoce como “mercado *spot*”.

Cada transacción *forward* o de futuros tiene un comprador y un vendedor. Se dice que la parte que acuerda comprar la materia prima en una fecha futura tiene una “posición larga”, mientras que la parte que acuerda vender la materia prima en el futuro tiene una “posición corta”.

modelos de flujos de caja descontados expuestos en capítulos anteriores y se usa comúnmente en situaciones en las que existen mercados de derivados. La Sección 10.3 proporciona un ejemplo en el que valoramos una inversión de riesgo donde la principal fuente de

riesgo es la asociada con el precio de una materia prima. Como mostramos, la presencia de precios de mercado de *forward* para cubrir este riesgo reduce enormemente la complejidad de la tarea (si no está familiarizado con el concepto de cobertura financiera mediante contratos *forward* y de futuros o si quiere sacar provecho de una revisión, vea el recuadro de Consejos técnicos titulado “Cobertura de riesgos financieros”). La Sección 10.4 abre nuestra exposición de las opciones con un ejemplo de valoración de una inversión de capital en un yacimiento petrolífero apalancado. Este ejemplo ilustra cómo las empresas pueden utilizar opciones para capturar el valor de la flexibilidad de las decisiones, inherente a muchas oportunidades de inversión. En el contexto de este ejemplo, introducimos la técnica de valoración de opciones mediante árboles binomiales, ampliamente utilizada para valorar opciones financieras e inversiones reales con componentes similares a una opción (los Apéndices B y C dan detalles para quien quiera comprender en más profundidad el modelo binomial). Finalmente, la Sección 10.6 resume el capítulo.

## 10.2. EL MÉTODO DE EQUIVALENCIA DE CERTIDUMBRE

El enfoque que utilizaremos para valorar inversiones en este capítulo es un caso especial del enfoque de **equivalencia de certidumbre (CE)** que requiere que primero ajustemos por riesgo los flujos de caja futuros con riesgo, creando lo que llamaremos “flujos de caja equivalentemente ciertos”. Un flujo de caja **equivalentemente cierto** se define como el flujo de caja cierto que tiene el mismo valor para el receptor que el flujo de caja que se está evaluando. Por ejemplo, supongamos que el dueño de un décimo de lotería que vale o bien 70 \$ o bien 100 \$ con igual probabilidad está dispuesto a aceptar un pago seguro de 82 \$ a cambio del décimo. Podemos decir que el equivalente cierto del flujo de caja incierto para el boleto de lotería es 82 \$, que es inferior al retorno esperado de 85 \$ (esto es,  $85 \$ = 0,5 \times 100 \$ + 0,5 \times 70 \$$ ). El dueño del décimo de lotería está dispuesto a obtener menos que el valor esperado a causa de su aversión al riesgo.

El enfoque de equivalencia de certidumbre es fundamentalmente el mismo que el enfoque tradicional de descuento de flujos de caja (DCF), excepto que ajusta los flujos de caja por riesgo en lugar de ajustar la tasa de descuento. En la mayoría de los casos ambos ajustes son apropiados, pero en general no deberíamos ajustar por riesgo a la vez los flujos de caja y la tasa de descuento. Como es sabido, para los problemas de valoración de recursos naturales que consideramos en este capítulo, es más conveniente ajustar por riesgo los flujos de caja que la tasa de descuento, porque los precios del *forward* pueden utilizarse como ayuda para realizar el ajuste por riesgo.

### El precio del *forward* como flujos de caja equivalentemente ciertos

El concepto de equivalencia de certidumbre es bastante útil en aquellas situaciones en las que el flujo de caja equivalentemente cierto de una inversión puede observarse y calcularse usando precios de mercado observados. En efecto, especificar el equivalente cierto de un flujo de caja futuro es preferible a especificar el flujo de caja esperado, dado que la valoración del flujo de caja equivalentemente cierto supone descontar al tipo libre de riesgo y por tanto no requiere una estimación de la tasa de descuento ajustada por riesgo apropiada.

En algunos casos, los directivos pueden estimar el equivalente cierto de un flujo de caja de manera más precisa que su valor esperado. Este será generalmente el caso cuando el riesgo asociado a un flujo de caja esté estrechamente relacionado con el riesgo de los

## C O N S E J O S T É C N I C O S

### Cobertura de riesgos financieros

**Cobertura** es el proceso de reducir la exposición en riesgo de la empresa transfiriendo parte o toda ella a otra empresa o entidad. Para algunos riesgos, como el de incendio o daño a las instalaciones de la firma, la cobertura puede conllevar la compra de un seguro. Otros riesgos pueden cubrirse en el mercado de derivados financieros.

Por ejemplo, una empresa que vende sus productos y servicios a clientes internacionales que pagan por ellos en una fecha posterior en una moneda extranjera está expuesta al riesgo de tipo de cambio. Igualmente, las empresas que necesitan pedir prestado dinero pueden en el futuro estar expuestas al riesgo de tipo de interés. Ambos riesgos de movimientos adversos en los tipos de cambio y subidas de tipos de interés pueden cubrirse utilizando los mercados financieros.

Considere cómo funcionaría el proceso de cobertura utilizando contratos *forward*, que representan acuerdos de compra o venta de un activo en un determinado momento en el futuro por un determinado precio. Para realizar la cobertura, combinamos un compromiso futuro de que la empresa tiene que vender (comprar) un activo con la adquisición (venta) de un *forward*. Cerrando hoy el precio que se recibirá (pagará) en el futuro, la empresa elimina de manera efectiva su riesgo de precio.

valores cotizados en los mercados de derivados. Para ilustrar esto, en primer lugar vamos a considerar los **precios *forward*** de materias primas como el petróleo, los cereales o los metales. El precio *forward* de una materia prima de este tipo es el precio, fijado hoy, al que los participantes en el mercado están dispuestos a comprar y vender esa materia prima con entrega en alguna fecha futura. En otras palabras, es el precio cierto hoy que tiene el mismo valor hoy que el precio incierto que tendrá en el futuro. Como tales, los precios *forward*

pueden verse como los equivalentes ciertos de los precios inciertos que se materializarán en el futuro.

Para comprender mejor este concepto, considere una inversión que genera 100.000 barriles de petróleo en un año. Dado que los precios del petróleo son inciertos, los flujos de caja de esta inversión también lo son. No obstante, suponga que existe un mercado de *forwards* que le permite comprar o vender petróleo, con entrega en un año, por un precio de 60 \$/barril. En este caso, diríamos que el equivalente cierto de un precio incierto futuro del petróleo en un año es 60 \$, y que el equivalente cierto del flujo de caja de la inversión

#### ¿Sabía usted?

##### ¿Dónde se encuentra el mercado de futuros sobre materias primas más grande del mundo?

El New York Mercantile Exchange, Inc., o NYMEX, es el mercado físico de futuros sobre materias primas más grande del mundo y un gran foro de comercio de energía y metales preciosos. El mercado fue pionero en el desarrollo de opciones y futuros sobre energía, y ofrece opciones sobre todos los contratos de futuros importantes: electricidad, crudo dulce ligero, petróleo Brent crudo, gasóleo para calefacción, gasolina sin plomo, gas natural, carbón, oro, plata, platino, cobre y aluminio. También están disponibles dos opciones de arbitraje de crudo, una para el diferencial (*spread*) entre los futuros del gasóleo de calefacción y los futuros del crudo dulce ligero; y una sobre la diferencia entre la gasolina sin plomo de New York Harbor y el crudo dulce ligero.



es 6 M\$ (60 \$/barril  $\times$  100.000 barriles). El dueño del petróleo puede obtener esta cantidad de manera cierta vendiendo su petróleo en el mercado de *forwards*, en lugar de enfrentarse al flujo de caja incierto asociado al precio incierto del petróleo.

Debería enfatizarse que el precio *forward* no es en general igual al precio esperado en el futuro. Por ejemplo, suponga que es igual de probable que el precio del petróleo el próximo año sea de 75 \$/barril que de 55 \$/barril, lo que implica que el precio esperado del petróleo es de 65 \$/barril. Si los participantes del mercado no tienen aversión al riesgo, entonces lo más probable es que este sea también el precio *forward*. Sin embargo, si un número suficiente de productores de petróleo aversos al riesgo elige cubrirse mediante la venta de contratos *forward*, el precio del *forward* estará por debajo de 65 \$/barril. El precio real que se materializa en el mercado de *forwards* estará determinado por las condiciones de oferta y demanda que dependen del número de productores que quieren cubrir su exposición al riesgo de precio mediante la venta de petróleo en el mercado de *forwards*, y el número de usuarios de petróleo (como las aerolíneas) y de especuladores (como los *hedge funds*) que están dispuestos a comprar petróleo en el mercado de *forwards*. Aunque los precios en equilibrio del *forward* pueden, en teoría, igualar el precio esperado, en general este no será el caso.

### ¿Sabía usted?

#### ¿Cómo evita la compañía Southwest Airlines el alto coste del combustible?

Los fructuosos esfuerzos de Southwest Airlines para cubrir el riesgo de incremento del precio del queroseno suponen un clásico ejemplo del uso de contratos *forward*. Específicamente, la compañía utilizó contratos *forward* para cerrar el precio del queroseno de la mayoría de sus necesidades de combustible estimadas para el periodo 2005-2009. Southwest cerró el 65% de sus necesidades de queroseno estimadas en 2006 a 32 \$ por barril, más del 45% de sus necesidades de 2007 a un precio máximo de 31 \$ por barril, el 30% de sus compras planificadas para 2008 a 33 \$ por barril, y el 25% de sus necesidades de combustible para 2009 a 35 \$ por barril.

(Fuente: [http://money.cnn.com/2005/04/14/news/fortune500/southwest\\_oil/](http://money.cnn.com/2005/04/14/news/fortune500/southwest_oil/)).

## 10.3. USAR EL PRECIO DEL *FORWARD* PARA VALORAR PROYECTOS DE INVERSIÓN

Las inversiones en recursos naturales, como yacimientos de petróleo y gas, ponen de manifiesto cómo los precios *forward* se utilizan en la valoración DCF. Estas inversiones conllevan un acuerdo por adelantado para explorar y desarrollar las reservas de hidrocarburo, seguido de varios años de producción. Dado que el petróleo y el gas son materias primas que tienen mercados de futuros y *forward* bien desarrollados, los directivos de estas industrias pueden utilizar los precios de estos mercados para calcular los flujos de caja equivalentemente ciertos.

Antes de valorar una inversión con el enfoque de equivalencia de certidumbre, es útil revisar en primer lugar cómo valoran los analistas las inversiones en petróleo y gas utilizando el enfoque tradicional DCF. Con el método tradicional, los flujos de caja esperados se calculan multiplicando los precios esperados por las cantidades esperadas, y se descuentan entonces estos flujos de caja utilizando tasas de descuento ajustadas por riesgo. Este método tradicional DCF requiere que el analista haga un número de estimaciones, entre ellas de los factores determinantes que subyacen tanto a los flujos de caja esperados de la inversión (basados en previsiones de precios, tasas estimadas de extracción y costes opera-

tivos) como al coste de capital apropiado que se usa en el descuento de los flujos de caja esperados. Por otro lado, utilizando información del mercado de futuros del petróleo podemos aplicar el método de equivalencia de certidumbre descrito en la sección anterior sin tener que pronosticar precios futuros del petróleo o la tasa de descuento apropiada, dado que toda esta información está implícita en los precios del *forward*. En la industria del petróleo esta práctica es conocida como “valoración contra la curva *forward* de precios”. El siguiente ejemplo muestra cómo puede hacerse.

### ¿Sabía usted?

#### ¿Qué fracción de una reserva de petróleo subterránea es recuperable?

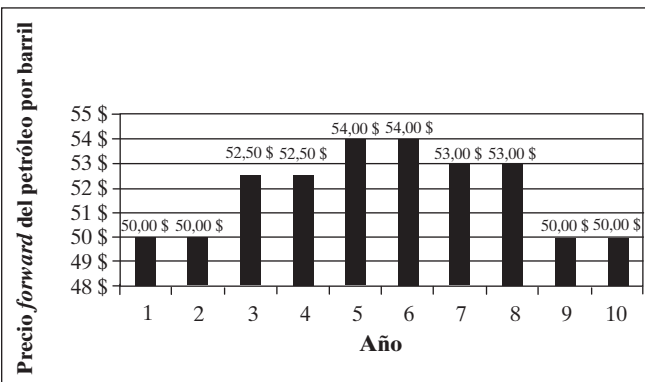
Las reservas totales de petróleo y las reservas recuperables no son la misma cosa. Por ejemplo, utilizando técnicas estándar de recuperación, no es posible extraer más del 15% o 20% de las reservas totales encontradas en la región caliza de Austin, junto a Giddings, Texas. Sin embargo, utilizando métodos recientemente desarrollados de perforación y fractura horizontal, el porcentaje de extracción se incrementa en torno al 50%.

### Ejemplo

La compañía de perforación y exploración Cutter está considerando una oportunidad prometedora de explotar un área en la región caliza de Austin, en el centro de Texas. Esta área ha estado en producción durante muchos años, pero plagada de problemas de recuperación. Cutter ha desarrollado un nuevo procedimiento para utilizarlo en la recuperación del petróleo en este tipo de estructura geológica que ha resultado ser muy exitoso en situaciones similares a lo largo del golfo de la costa de Louisiana. Veamos cómo podríamos utilizar los precios de futuros y el modelo de equivalencia de certidumbre para evaluar la inversión.

Los geólogos de Cutter confían en que la concesión de Giddings tiene 1.000.000 de barriles de reservas recuperables de petróleo, que pueden extraerse a una tasa de 100.000 barriles por año durante un periodo de 10 años utilizando la nueva tecnología de Cutter. Para hacerse con esta oportunidad, Cutter tendrá que pagar 7.000.000 \$ por la concesión (esto es, el derecho de perforar y extraer el petróleo) e incurrirá en costes de perforación de 12.000.000 \$. Por simplicidad, asumimos que la inversión total de 19.000.000 \$ se gasta al

**Figura 10.1** Curva de precios forward para el petróleo crudo



inicio del primer año de la inversión (esto es, en el momento  $t = 0$ ) y que el coste de extraer y transportar el petróleo es de 28 \$ por barril<sup>6</sup>.

El banquero de Cutter está dispuesto a emitir un contrato *forward* para la entrega de 100.000 barriles por año durante los próximos 10 años. La curva de precios *forward* especificada en este contrato se encuentra en la Figura 10.1. El petróleo producido en los años 1 y 2 tiene un precio *forward* de 50 \$ por barril, el petróleo vendido en los años 3 y 4 está valorado en 52,50 \$ por barril, y así en adelante. Actualmente, el tipo de interés libre de riesgo de los bonos del Tesoro estadounidense a 10 años es del 5%.

Podemos utilizar el método de equivalencia de certidumbre para estimar el valor de la inversión de Cutter utilizando el proceso en tres pasos esbozado en la visión general del capítulo:

**Paso 1:** Pronosticar la cantidad y el tiempo de los flujos de caja futuros. La parte más difícil de este paso ya se ha hecho, pues se ha asumido que el volumen de producción total es 100.000 barriles por año a lo largo de los próximos 10 años.

**Paso 2:** Utilizar la curva de precios *forward* para calcular los flujos de caja futuros equivalentemente ciertos.

**Paso 3:** Descontar los flujos de caja equivalentemente ciertos al presente utilizando el tipo de interés libre de riesgo.

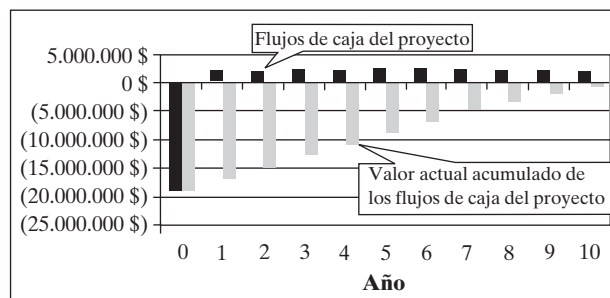
### ¿Sabía usted?

#### ¿Cuál es la jerga de la curva de precios *forward*?

Las curvas de precios *forward* pueden ser crecientes (esto es, los precios *forward* para periodos más distantes son mayores) o decrecientes. Se dice que una curva *forward* creciente está en “*contango*”, y que una curva *forward* decreciente está en “*backwardation*”.

La Figura 10.2 representa los flujos de caja generados en nuestro sencillo ejemplo de inversión. Dado que el precio *forward* del petróleo es igual a su precio equivalentemente cierto, el flujo de caja anual equivalentemente cierto para los años 1 y 2 es igual a  $50 \$ - 28 \$ = 22 \$$  por barril multiplicado por 100.000 barriles, es decir, 2.200.000 \$. En los años 3 a 6 el

**Figura 10.2** Análisis del proyecto de inversión en un recurso natural



<sup>6</sup>Nótese que asumimos que la cantidad de petróleo que ha de extraerse es conocida y que los costes de extracción son fijos (28 \$ por barril). Estas asunciones dejan el precio del petróleo como única fuente de riesgo de la inversión. Volveremos a este punto más adelante en el capítulo.

flujo de caja anual se eleva porque el precio *forward* se incrementa. Al descontar estos flujos de caja equivalentemente ciertos para los años 1 a 10 utilizando el tipo libre de riesgo, obtenemos un valor del proyecto de 18.437.605 \$. Tras restar del valor estimado de la producción (de 18.437.605 \$) el coste de perforar y rellenar el pozo (de 12.000.000 \$), y el coste de adquirir la concesión durante los años 1 al 10 (de 7.000.000 \$) se genera un VAN negativo para la propiedad de (562.395) \$, que se encuentra en la Tabla 10.1. Dado que el VAN es negativo, el análisis indica que Cutter debería rechazar la inversión. En la próxima sección investigamos la validez de este análisis más en profundidad.

En el ejemplo anterior de Cutter y para simplificar el análisis en este capítulo ignoraremos los efectos de los impuestos y el uso de deuda como financiación. Para una reflexión en torno al método de equivalencia de certidumbre que incluya las deducciones de impuestos por la deuda, véase el recuadro de Consejos técnicos.

### Cómo convencer al jefe escéptico

Ahora suponga que ha completado su análisis de la oportunidad de inversión de Cutter y lo ha entregado a su jefe. Para su sorpresa, él discrepa profundamente de su análisis. Cree

**Tabla 10.1** Flujos de caja del proyecto y valor actual (en dólares)

Año	Precio <i>forward</i> /barril <sup>a</sup>	PFCF <sup>b</sup>	Valor presente <sup>c</sup>	Valor presente acumulado
0		(19.000.000)	(19.000.000)	(19.000.000)
1	50,00	2.200.000	2.095.238	(16.904.762)
2	50,00	2.200.000	1.995.465	(14.909.297)
3	52,50	2.450.000	2.116.402	(12.792.895)
4	52,50	2.450.000	2.015.621	(10.777.274)
5	54,00	2.600.000	2.037.168	(8.740.106)
6	54,00	2.600.000	1.940.160	(6.799.946)
7	53,00	2.500.000	1.776.703	(5.023.242)
8	53,00	2.500.000	1.692.098	(3.331.144)
9	50,00	2.200.000	1.418.140	(1.913.004)
10	50,00	2.200.000	1.350.609	(562.395) <sup>d</sup>

<sup>a</sup>Los precios en la curva de precios *forward* han sido fijados con un contrato con el banco.

<sup>b</sup>Para el año 0 el flujo de caja consiste enteramente en el coste de 12 M\$ de perforar más el coste de 7 M\$ de adquirir la concesión (derechos). En el año 1 el flujo de caja es igual a la diferencia entre los ingresos totales (5 M\$ = 50 \$/barril × 100.000 barriles) y el coste de extracción y transporte del petróleo (2,8 M\$ = 28 \$/barril × 100.000 barriles) o 2,2 M\$. Nótese que asumimos un tipo impositivo de cero.

<sup>c</sup>Dado que el precio del petróleo está cubierto, no implica ningún riesgo futuro. Por lo tanto, descontamos los flujos de caja futuros utilizando el tipo de interés libre de riesgo.

<sup>d</sup>Dado que estos son valores actuales acumulados, el valor del año 10 incorpora los valores actuales de todos los flujos de caja de los 10 años, incluido el desembolso inicial, así que este es el VAN. El valor actual de los flujos de caja para los años 1 a 10 es 18.437.605 \$. Al restar el desembolso inicial para el proyecto, de (19.000.000) \$, obtenemos un VAN de (562.395) \$.

que los precios del petróleo estarán cerca de los 60 \$ por barril a lo largo de los próximos 10 años y que los precios *forward* que usted ha usado para pronosticar los flujos de caja no son relevantes para la valoración del proyecto, porque no planea realizar una cobertura sobre el precio del petróleo (esto es, no planea aceptar la oferta del banco y comprometerse a vender la producción a los precios *forward* cotizados). Basado en su predicción más optimista de 60 \$ por barril y una tasa de descuento del 10%, su jefe estima que el proyecto tiene un VAN positivo de 662.615 \$<sup>7</sup>.

¿Cómo le convencería de que su análisis es incorrecto y el suyo es correcto? Como veremos, dado que el enfoque de valoración de derivados utiliza precios de mercado, podemos mostrar que el mercado ofrece una oportunidad de inversión mejor a pesar de la opinión de su superior sobre los precios futuros del petróleo. Demostrando a su escéptico jefe que existe una alternativa de inversión mejor, deberíamos ser capaces de convencerle de que la inversión que se está evaluando no es atractiva<sup>8</sup>. En concreto, idearemos una estrategia de inversión que conllevará la compra de un bono libre de riesgo y una serie de

## CONSEJOS TÉCNICOS

### El enfoque de equivalencia de certidumbre con deuda e impuestos

Tener en cuenta la reducción de impuestos por la deuda para una inversión es sencillo con el enfoque de equivalencia de certidumbre. Si los flujos de caja disponibles de una inversión se calculan como equivalentes ciertos, deberían descontarse utilizando el tipo libre de riesgo tanto para el coste del capital como para el de la deuda. Al ajustar por las deducciones de impuestos de los costes de intereses, resulta un WACC después de impuestos igual a:

$$k_{WACC} = r_f - (\text{Tipo impositivo}) r_f (\text{Deuda/Valor}) = r_f (1 - (\text{Tipo impositivo})(\text{Deuda/Valor})),$$

donde  $r_f$  es el tipo de interés libre de riesgo. Por ejemplo, si el tipo impositivo es del 20%, el tipo libre de riesgo es del 5%, y la ratio deuda/valor es del 40%, entonces el WACC que se usaría en el enfoque de equivalencia de certidumbre se calcula así:  $5\% (1 - 0,2 \times 0,4) = 4,6\%$ .

Como aprendimos en el Capítulo 7, también podemos calcular la deducción de impuestos por la deuda utilizando el enfoque APV, que valora de forma separada los flujos de caja no apalancados u operativos y la deducción de impuestos por la deuda. Cuando se utilice este enfoque, recomendamos que el primer componente se valore descontando el flujo de caja disponible equivalentemente cierto antes de impuestos con el tipo de interés libre de riesgo. Sin embargo, no recomendamos calcular el equivalente cierto del componente de ahorros fiscales de intereses; estos deberían calcularse y descontarse al coste de la deuda, según se describió previamente en el Capítulo 7.

<sup>7</sup>El flujo de caja anual se calcula como sigue:  $100.000 \text{ barriles} (60 \text{ \$/barril} - 28 \text{ \$/barril}) = 3.200.000 \text{ \$}$ . Al descontar estos flujos de caja utilizando la estimación del 10% del coste del capital se obtiene un valor presente de 19.662.615 \$. Tras restar los costes totales de la inversión de 19 M\$ se obtiene un VAN de 662.615 \$.

<sup>8</sup>Tenga en mente, no obstante, que mostrándole a su jefe que está equivocado puede probar que usted está en lo correcto, ¡pero también puede encontrarse trabajando en una nueva oficina en una de las localizaciones más oscuras de la compañía!

posiciones largas en contratos *forward* de petróleo que replique exactamente los flujos de caja del proyecto de inversión en petróleo a lo largo de los próximos 10 años. Como mostraremos, esta alternativa cuesta menos que los 19 M\$ requeridos para realizar la inversión en petróleo, pero genera idénticos flujos de caja.

Puede construir la inversión alternativa del siguiente modo: en primer lugar, la compañía compra una cartera de bonos libres de riesgo que generan un flujo de caja anual igual al flujo de caja equivalentemente cierto del proyecto. Por ejemplo, podría comprar 10 bonos cupón cero con valores a vencimiento que sean iguales a los 10 flujos de caja anuales mostrados en la Tabla 10.1. Esta cartera costaría una cantidad igual al valor actual de los 10 flujos de caja anuales, o 18.437.605 \$. Además de comprar la cartera de bonos, la compañía también establece una serie de contratos *forward* con el banco, en los cuales este acuerda comprar 100.000 barriles de petróleo con entrega al final de cada uno de los próximos 10 años a los precios que se encuentran en la curva de precios *forward* en la Figura 10.1. El beneficio (o pérdida) de estos contratos será la diferencia entre el precio de mercado (futuro e incierto) que se materialice en esas fechas de entrega y el precio *forward* por barril especificado en el contrato.

Para ilustrar cómo funciona, vamos a asumir que su jefe está en lo cierto y que el precio por barril de petróleo asciende a 60 \$; de manera que el yacimiento petrolífero genera un flujo de caja para el año 1 igual a 3.200.000 \$.

$$\text{Flujo de caja}_1 = (60 \text{ \$/barril} - 28 \text{ \$/barril}) \times 100.000 \text{ barriles} = 3.200.000 \text{ \$}.$$

En cambio, si hubiésemos invertido en el bono y los contratos *forward*, el pago de nuestro bono sería 2.200.000 \$ (el flujo de caja del año 1 basado en el precio *forward* de 50 \$/barril) y el beneficio de nuestro contrato *forward* sería  $(60 \text{ \$} - 50 \text{ \$})/\text{barril} \times 100.000 \text{ barriles} = 1.000.000 \text{ \$}$ . Considerados conjuntamente, el flujo de caja del año 1 de la inversión en el bono y el contrato *forward* es de 3.200.000 \$, que es idéntico al flujo de caja de la inversión en petróleo. El panel a de la Tabla 10.2 contiene los cálculos para la estrategia de replicación (esto es, el bono más los contratos *forward*) y el proyecto actual, donde se espera que el precio del petróleo sea igual a 60 \$/barril cada año.

Ahora considere un escenario diferente para el año 1: asumamos que la OPEP se viene abajo y los precios del petróleo caen a tan solo 35 \$/barril. En este escenario, poseer el pozo genera un flujo de caja de tan solo 700.000 \$, esto es,

$$\text{Flujo de caja}_1 = (35 \text{ \$/barril} - 28 \text{ \$/barril}) \times 100.000 \text{ barriles} = 700.000 \text{ \$}.$$

De nuestra inversión alternativa, ganaríamos 2.200.000 \$ del pago del bono y perderíamos  $(1.500.000 \text{ \$}) = (35 \text{ \$/barril} - 50 \text{ \$/barril}) \times 100.000 \text{ barriles}$  de nuestros contratos *forward*, con lo que obtendríamos en neto el mismo flujo de caja de 700.000 \$. El panel b de la Tabla 10.2 contiene los flujos de caja para la estrategia de replicación (utilizando bonos y contratos *forward*) y el proyecto actual bajo la asunción de que el precio del crudo será igual a 35 \$/barril en cada uno de los próximos 10 años.

Lo que ilustra este ejemplo sencillo es que podemos replicar la serie de flujos de caja de la inversión de perforación de petróleo, que tiene riesgo, utilizando bonos libres de riesgo y contratos *forward* para comprar petróleo. Nótese la diferencia clave entre las dos opciones, no obstante: el coste por adelantado de la estrategia de replicación utilizando el mercado de *forwards* para la compra de petróleo y la inversión en un bono libre de riesgo

es igual al coste del bono, o 18.437.605 \$, dado que los contratos *forward* no tienen ningún coste asociado en el momento de su inicio. Por otro lado, cuesta 19.000.000 \$ comprar y producir la inversión del yacimiento petrolífero. Claramente, la estrategia de replicación domina a la inversión en el proyecto en Giddings, puesto que genera los mismos flujos de caja anuales, y aun así cuesta 562.395 \$ menos (que es el VAN negativo de la pérdida asociada a realizar la inversión).

**Tabla 10.2 Replicación de los flujos de caja del proyecto utilizando contratos forward (en dólares)**

<b>Panel a. Precio esperado del petróleo igual a 60 \$/barril</b>				
	<b>(A)</b>	<b>(B)</b>	<b>(A + B)</b>	
<b>Año</b>	<b>Retorno del bono</b>	<b>Beneficio/pérdida del <i>forward</i></b>	<b>Flujos de caja réplica</b>	<b>Flujos de caja reales</b>
1	2.200.000	1.000.000	3.200.000	3.200.000
2	2.200.000	1.000.000	3.200.000	3.200.000
3	2.450.000	750.000	3.200.000	3.200.000
4	2.450.000	750.000	3.200.000	3.200.000
5	2.600.000	600.000	3.200.000	3.200.000
6	2.600.000	600.000	3.200.000	3.200.000
7	2.500.000	700.000	3.200.000	3.200.000
8	2.500.000	700.000	3.200.000	3.200.000
9	2.200.000	1.000.000	3.200.000	3.200.000
10	2.200.000	1.000.000	3.200.000	3.200.000
<b>Panel b. Precio esperado del petróleo igual a 35 \$/barril</b>				
	<b>(A)</b>	<b>(B)</b>	<b>(A + B)</b>	
<b>Año</b>	<b>Retorno del bono</b>	<b>Beneficio/pérdida del <i>forward</i></b>	<b>Flujos de caja réplica</b>	<b>Flujos de caja reales</b>
1	2.200.000	(1.500.000)	700.000	700.000
2	2.200.000	(1.500.000)	700.000	700.000
3	2.450.000	(1.750.000)	700.000	700.000
4	2.450.000	(1.750.000)	700.000	700.000
5	2.600.000	(1.900.000)	700.000	700.000
6	2.600.000	(1.900.000)	700.000	700.000
7	2.500.000	(1.800.000)	700.000	700.000
8	2.500.000	(1.800.000)	700.000	700.000
9	2.200.000	(1.500.000)	700.000	700.000
10	2.200.000	(1.500.000)	700.000	700.000

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Terminología relacionada con las opciones

**Tipo de contrato de opción: *put* o *call*.** Una opción *call* (*put*) da a su propietario el derecho, pero no la obligación, de comprar (vender) un activo especificado a un precio acordado contractualmente (comúnmente denominado precio de ejercicio de la opción) dentro de un periodo de tiempo determinado. El Apéndice A da un breve repaso a los retornos de un contrato de opciones.

**Activo subyacente.** El activo subyacente es la acción, extensión de tierra, etc., que el poseedor del contrato de la opción compra o vende si el contrato se ejerce. Decimos que la opción “se emite” sobre el activo subyacente.

**Fecha de vencimiento de la opción.** Las opciones tienen una vida finita durante la cual pueden ser ejercidas. La fecha final en la que la opción puede ejercerse se conoce como su fecha de vencimiento.

**Precio de ejercicio (o *strike*).** El precio de ejercicio es el precio al cual el propietario de la opción puede comprar o vender el activo subyacente sobre el que la opción se ha emitido. Usaremos  $K$  para referirnos al precio de ejercicio de la opción.

**Condiciones de ejercicio: americanas o europeas.** Una opción europea da al tenedor el derecho de ejercer la opción solo en la fecha de vencimiento. La opción americana permite al tenedor ejercer la opción en cualquier momento hasta la fecha de vencimiento.

Para un repaso en mayor profundidad sobre los contratos de opciones, consulte el Apéndice A.

## 10.4. USAR EL PRECIO DE LA OPCIÓN PARA VALORAR OPORTUNIDADES DE INVERSIÓN

La inversión considerada en la sección anterior era bastante sencilla. El comprador no financió la deuda, y la implementación de la inversión no requería decisiones de gestión más allá de la resolución inicial de llevar a cabo la inversión. El aprendizaje clave que adquirimos con nuestro análisis fue que podíamos valorar la inversión utilizando precios del mercado de la curva de precios *forward* del petróleo.

Esta sección muestra cómo puede utilizarse un proceso semejante para valorar las oportunidades de inversión que tienen componentes similares a una opción; en concreto, cómo pueden las compañías utilizar **opciones financieras** (esto es, opciones que cotizan en mercados financieros) para replicar los flujos de caja de una inversión y valorar inversiones en buena medida del mismo modo en que utilizábamos contratos *forward* en el ejemplo anterior.

Comenzaremos nuestra exposición considerando la **opción de impago** incorporada en los contratos de deuda. Este es un ejemplo de lo que denominamos **opción contractual**, que es la que surge por el diseño del contrato que define los términos de una inversión. Para ilustrar la importancia de la opción de *default*, consideraremos una inversión que se finan-



cia con deuda sin recurso, o deuda que está garantizada solo por el activo específico que se financia, sin garantía adicional de la empresa. Cuando una empresa utiliza deuda sin recurso para financiar una inversión, tiene la opción de impagar la deuda y simplemente abandonar la inversión si va especialmente mal. Como mostraremos, los precios de las opciones pueden usarse a veces para determinar el valor de la inversión de recursos propios de la empresa en cierto proyecto.

## El valor de la opción y la financiación sin garantía personal

Para mostrar la importancia de incorporar información de los precios de las opciones financieras en la evaluación de inversiones productivas, consideremos la siguiente oportunidad de inversión:

- Por un precio de 5 M\$, tiene la oportunidad de comprar los recursos propios del yacimiento petrolífero Cotton Valley, que contiene unas reservas de cinco millones de barriles. Nótese que la inversión en un yacimiento petrolífero puede financiarse parcialmente con deuda, de modo que esta es una inversión apalancada.
- El petróleo puede extraerse en un año a un coste de 12 \$ por barril, por un coste total de 60 M\$ = 12 \$/barril × 5 millones de barriles. Para simplificar, asumimos que los costes de extracción se pagan al final del año y en el momento en que se produce el petróleo.
- El dueño actual pidió prestados 200 M\$ para financiar la compra del yacimiento. Si usted compra los recursos propios, tendrá que asumir esta deuda, que requiere un pago único al final del año de 220 M\$ (lo que incluye un 10% de interés).
- La deuda es sin recurso, lo que significa que los acreedores no tienen derechos sobre los otros activos de la firma que la adquiere si incumple los pagos de la deuda. Tan solo pueden reclamar el yacimiento petrolífero. Como inversor de recursos propios, su empresa tiene la opción de no repagar el préstamo y salir de la inversión si es lo que le conviene. Si elige hacer esto, perderá cualquier derecho de propiedad del yacimiento petrolífero, que se transferirá al prestamista. Por ejemplo, este sería el caso si los ingresos generados por el yacimiento petrolífero al final del año valen menos de 280 M\$ (los 220 M\$ necesarios para cancelar la deuda más los 60 M\$ necesarios para explotar el yacimiento y producir el petróleo). Nótese que el punto muerto de los 280 M\$ es igual a 56 \$/barril = 280 M\$/5 millones de barriles.
- El precio *forward* del petróleo con entrega en un año es 54,17 \$, y el precio de una opción call para comprar un barril de petróleo crudo en un año, a un precio de ejercicio de 56 \$/barril, es 1,75 \$.

### Valorar la inversión utilizando precios *forward*

Antes de proceder con nuestro análisis formal de la opción de impago, comencemos explicando por qué el enfoque de la Sección 10.3 que utilizaba precios *forward* no es apropiado en este caso. En el ejemplo previo hemos valorado la inversión asumiendo que el riesgo de precio del petróleo se cubre o vende por adelantado en el mercado de *forwards*. No obstante, en este caso particular si el petróleo del yacimiento se vende hoy por el precio *forward* de 54,17 \$, la inversión de capital no tendrá valor. Para comprender esto, nótese que si el inversor vende el forward sobre el petróleo crudo por 54,17 \$/barril, esto le garantizará unos ingresos de 270.850.000 \$ = 5.000.000 barriles × 54,17 \$/barril. El flujo de caja de capital al final de un año para la inversión cubierta es entonces:

$$\begin{aligned}\text{Flujo de caja de capital} &= \text{ingresos} - \text{costes de extracción} - \text{pago de la deuda} \\ &= 270.850.000 \$ - 60.000.000 - 220.000.000 = (9.150.000 \$)\end{aligned}$$

Por lo tanto, si el petróleo se vende con un *forward*, la inversión de capital genera un flujo de caja negativo de (9.150.000) \$ si el inversor elige no incumplir. Como resultado, el inversor de recursos propios efectivamente incumplirá su obligación de deuda, de modo que el flujo de caja real para los titulares de los recursos propios es cero.

Por esta opción de incumplir, la inversión en el proyecto de capital tiene un valor superior si el riesgo de precio del petróleo no se cubre. En efecto, cuando valoremos esta oportunidad de inversión de modo que incorpore la opción de incumplir la deuda, veremos que la inversión de recursos propios tiene un valor positivo si el riesgo de precio del petróleo no se cubre.

Analizar el valor del capital con la opción de incumplimiento: gestión del proyecto  
Comenzamos nuestro análisis mostrando que el retorno del capital en el proyecto es idéntico a una inversión en una opción *call* a un año sobre cinco millones de barriles de petróleo con un precio de ejercicio de 56 \$/barril (esto es, el coste de extraer un barril de petróleo del yacimiento petrolífero en un año).

- Si el precio del petróleo supera los 56 \$/barril, la opción se ejercerá y generará un beneficio igual al precio del petróleo por cinco millones de barriles menos 280 M\$ (el precio de ejercicio de 56 \$ por cinco millones de barriles). Este beneficio es idéntico al de la inversión de recursos propios, que también generaba flujos de caja iguales al precio del petróleo multiplicado por cinco millones menos 280 M\$ (la suma de los 60 M\$ de costes de extracción más los 220 M\$ necesarios para retirar la deuda).
- Si el precio del petróleo cae por debajo de los 56 \$/barril, la opción vence sin valor. Cuando se da este caso, el inversor de capital incumple la deuda y abandona la inversión.

Así como tener precios *forward* simplificó el análisis de la compañía de exploración Cutter en el ejemplo expuesto anteriormente, tener precios de opciones observables simplifica la valoración de esta inversión de recursos propios. En este caso, la **cartera réplica** (que es la cartera de valores cotizados que replican los flujos de caja de la inversión real) de la inversión de petróleo consiste en una cartera de opciones *call* sobre cinco millones de barriles de petróleo crudo con un precio de ejercicio de 56 \$/barril. Si estas opciones *call* tienen un precio de 1,75 \$/barril, entonces la cartera réplica vale 8,75 M\$ = 1,75 \$/barril × 5 millones de barriles de petróleo. Dado que la inversión de capital en el proyecto tiene los mismos flujos de caja que la cartera réplica, esta también valdrá 8,75 M\$. Como el capital de la inversión del yacimiento petrolífero de Cotton Valley puede adquirirse por 5 M\$, esta parece una buena inversión. En efecto, el VAN de la inversión es 3,75 M\$ = 8,75 M\$ – 5 M\$.

### Cómo convencer al jefe escéptico

Una vez más, puesto que este tipo de análisis es relativamente nuevo, podríamos esperar encontrar un jefe escéptico reacio a aceptar la valoración del capital del proyecto utilizando el enfoque de valoración mediante opciones. Dado que esta es una inversión con VAN positivo, no podemos crear una transacción mejor utilizando derivados, como hicimos anteriormente con los bonos libres de riesgo y los contratos *forward*; en cambio, para convencer al jefe escéptico de aceptar la inversión, deberíamos mostrarle cómo utilizar el

**C O N S E J O S**  
**T É C N I C O S**

**La liquidación de un *forward* comparada con los contratos de opciones y descuentos**

Los flujos de caja asociados con los contratos *forward* y con las opciones cambian de manos en momentos diferentes. Cuando se origina un contrato *forward*, el efectivo no cambia de manos hasta la fecha de entrega del contrato. En consecuencia, cuando los precios del *forward* se utilizan para calcular los equivalentes ciertos de los flujos de caja futuros del proyecto, descontamos los flujos de caja resultantes al presente utilizando el tipo libre de riesgo para determinar su valor. Sin embargo, cuando se usan los precios de mercado de las opciones para valorar una inversión, no los descontamos. La razón de esta diferencia es que el comprador de opciones paga al inicio, esto es, el precio de la opción que observamos es el valor descontado del retorno equivalentemente cierto de la opción.

mercado de derivados para cubrir el riesgo asociado con esta inversión y de ese modo garantizar que el VAN se hace realidad.

Para cerrar el VAN positivo asociado con esta inversión, adquirimos la posición de capital en la propiedad del petróleo por 5 M\$, y al mismo tiempo emitimos (vendemos) opciones *call* sobre cinco millones de barriles de petróleo a 1,75 \$ por barril. Como la transacción de la opción genera una entrada de efectivo de 8,75 M\$ = 5 millones × 1,75 \$, la combinación de estas dos transacciones produce 3,75 M\$ en el periodo actual. Como mostramos en la Tabla 10.3, a pesar de esta entrada de efectivo inicial, la combinación de estas dos inversiones no genera salidas de efectivo en el siguiente año, puesto que los flujos de caja de las dos inversiones se compensan mutuamente.

**Tabla 10.3 Cerrar un VAN positivo utilizando opciones: ejemplo de Cutter**

Año	Estrategia de cobertura	Flujos de caja	
<b>0</b>	(1) Vender opciones <i>call</i> sobre 5 millones de barriles de petróleo crudo por 1,75 \$ cada uno	8,75 M\$	
	(2) Comprar la inversión de petróleo	(5) M\$	
	<b>(3) Flujo de caja neto del año 0</b>	<b>3,75 M\$</b>	
<b>Flujos de caja para precios alternativos de petróleo crudo</b>			
<b>1</b>		<b>60 \$/barril</b>	
	(1) Retorno (pérdida) de la venta de opciones <i>call</i>	(4) \$ × 5 millones = (20) M\$	<b>56 \$/barril</b>
	(2) Retorno (pérdida) de la inversión	300 M\$ – 280 M\$ = 20 M\$	0,00 \$
	<b>(3) Flujo de caja neto del año 1</b>	<b>0,00 \$</b>	<b>0,00 \$</b>

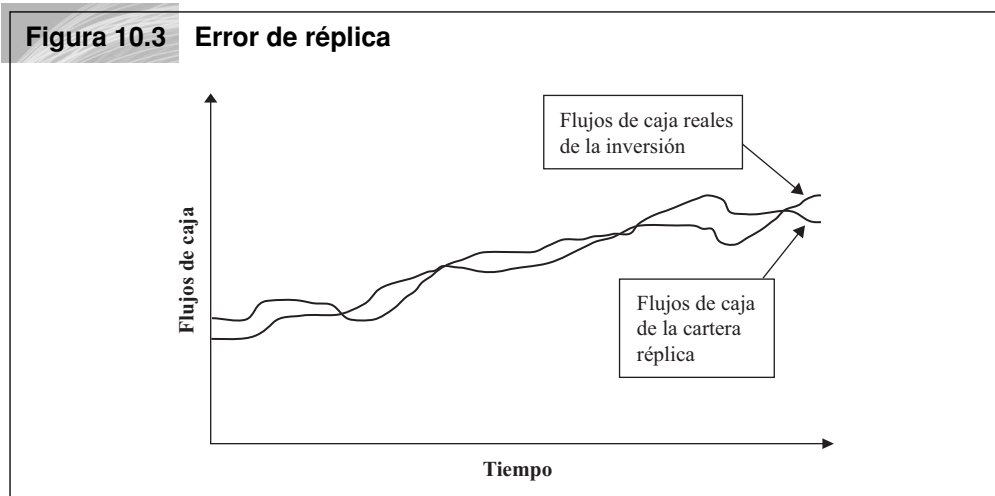
## 10.5. ADVERTENCIAS Y LIMITACIONES: ERRORES DE RÉPLICA

Para la mayor parte de nuestra discusión hasta este punto hemos asumido que es posible construir una cartera de valores financieros cotizados cuyos flujos de caja tienen una correspondencia perfecta con los flujos de caja de la inversión real que estamos intentando valorar. En la práctica no siempre es posible relacionar perfectamente los flujos de caja con los retornos de los valores financieros cotizados. Como consecuencia, el valor de la cartera réplica diferirá del de la cartera de la inversión. La Figura 10.3 muestra el problema del error de réplica: por una parte, el verdadero valor del proyecto a lo largo del tiempo; por otra, el valor de la cartera réplica a lo largo del mismo periodo. Obviamente, cuanto mayor sea la diferencia entre las dos líneas, menos precisa será la valoración de la inversión utilizando el valor de la cartera réplica.

Hay tres razones fundamentales por las cuales los flujos de caja de la cartera réplica se desviarán de los de la inversión que se está analizando. El primero tiene que ver con la fiabilidad de los precios de mercado para los derivados; el segundo, con lo que denominamos “riesgos del proyecto omitidos”, que son simplemente las fuentes de riesgo de los flujos de caja de la inversión que no se han capturado en los flujos de caja de la cartera réplica. Por último, está lo que los *traders* de derivados llaman “error de base”, que surge de las diferencias entre la naturaleza específica de los activos subyacentes a los contratos de derivados y los activos que subyacen a la inversión real que se está evaluando. Describimos cada una de estas fuentes de error de réplica en detalle más abajo.

### ¿Cómo de líquidos son los mercados de futuros, *forwards* y opciones?

Si los mercados de derivados son muy ilíquidos, los precios de mercado pueden no dar una estimación fiable de los precios ciertos equivalentes. Nuestro análisis asume que el inversor puede, de hecho, realizar transacciones a los precios de mercado cotizados. Por ejemplo, supongamos que estamos considerando un proyecto para extraer 2.000 millones de barriles de petróleo a lo largo de un periodo de cinco años (algo más de un millón de barriles por



día). Aunque los mercados de derivados tienen suficiente profundidad como para cubrir exposiciones de precios del petróleo de varios miles de millones de dólares, puede que no sea posible cubrir una exposición tan grande sin que afecte significativamente a los precios del *forward*. Por ello, los grandes productores de petróleo tienden a cubrirse muy poco y, como resultado, no creen que el enfoque de derivados sea aplicable a sus inversiones y prefieren utilizar el enfoque tradicional DCF. Aunque puede que utilicen precios de futuros como guía en sus estimaciones de precios esperados del petróleo, también utilizan su propio juicio sobre los precios esperados en el futuro.

## Cantidades inciertas y costes operativos

Nuestra segunda advertencia tiene que ver con los riesgos del proyecto que se han omitido en el análisis. Aquí los errores de réplica surgen de las fuentes de variación de los flujos de caja que no pueden conocerse de antemano y consecuentemente no pueden utilizarse para determinar la cartera réplica. En concreto, aunque el procedimiento de cartera réplica puede ser extremadamente valioso para tratar con los riesgos de precio de materias primas en inversiones de capital, hay otras fuentes de riesgo típicas que afectan a los flujos de caja de una inversión y que no están determinadas por los precios de las materias primas. Dos fuentes importantes de riesgo de este tipo son la cantidad de materia prima producida y los costes operativos asociados con la extracción y el procesamiento de la materia prima.

Quizá haya notado que en nuestros ejemplos de petróleo y gas asumimos que las cantidades de petróleo y el coste de extracción se conocían con certeza, de modo que la única fuente de riesgo era el precio incierto del petróleo crudo. En la práctica, valorar un yacimiento petrolífero requiere hacer estimaciones de la cantidad de petróleo producido y de los costes de extracción del mismo, como ocurriría con cualquier otra inversión en la industria de las materias primas. Para tener en cuenta los efectos de las cantidades de producción inciertas, los directivos pueden optar por hacer estimaciones conservadoras para ajustarlas a esta fuente de incertidumbre<sup>9</sup>. Por la misma razón, podríamos también utilizar estimaciones relativamente conservadoras de los costes de extracción (esto es, costes altos dentro del rango esperado).

## Riesgo de base

La última fuente de error de réplica que consideramos es lo que los analistas denominan **riesgo de base**, que, según hemos apuntado antes, surge de las diferencias entre la naturaleza específica de los activos que subyacen a los contratos de derivados y aquellos que subyacen a la inversión real que se está evaluando. Discutiremos tres fuentes de tales diferencias: calidad del producto, localización geográfica y términos contractuales.

### Diferencias en la calidad del producto

Aunque la lista de derivados cotizados sobre materias primas es bastante extensa, no es enciclopédica. Esto significa que el analista tendrá que usar a menudo un contrato de mate-

---

<sup>9</sup>No obstante, nadie querría utilizar estimaciones de cantidades que son sustancialmente menores que las cantidades esperadas, porque no es probable que la cantidad de petróleo que se produce esté correlacionada con la economía en su conjunto. En otras palabras, es probable que la cantidad sea un riesgo con beta baja o nula.

rias primas sustituto, puesto que puede que no exista uno para la materia prima exacta que subyace a los riesgos de la inversión que está analizando. Por ejemplo, si la inversión conlleva la producción de crudo pesado, el analista podría usar contratos derivados basados en crudo dulce ligero, puesto que este es el contrato que se cotiza en la bolsa de Nueva York (NYMEX). El problema es que el precio del crudo dulce ligero está correlacionado de manera imperfecta con el de otras formas de petróleo crudo. En consecuencia, la valoración resultante de la inversión utilizando contratos sobre el crudo dulce ligero diferirá del valor real de la inversión, por las diferencias de la calidad de los productos que subyacen a la inversión y al contrato derivado.

#### Diferencias en las localizaciones geográficas

El riesgo de base también surge de las diferencias geográficas. Por ejemplo, los futuros del petróleo crudo están valorados para su entrega en Cushing, Oklahoma, y los futuros de gas natural están valorados para su entrega en Henry Hub, Louisiana. Obviamente, las diferencias entre la localización física del petróleo crudo o del gas natural y las localizaciones estándares utilizadas en los contratos de opciones dan lugar a errores de réplica. En este caso, el error de réplica se debe a los costes de entrega.

Aunque el problema de los errores de réplica debidos a la geografía puede resolverse considerando los costes de entrega, no es una cuestión intrascendente. Los costes de entrega varían con las condiciones de la oferta y la demanda, y en algunos casos extremos pueden volverse prohibitivos. Por ejemplo, durante la crisis de la energía en California en 2000, los costes de la distribución de electricidad a los residentes del estado se elevaron a niveles astronómicos conforme la red de suministro se sobrecargaba.

#### Diferencias en los términos contractuales

Estos son casos en los que la correspondencia entre las opciones cotizadas y el componente de opción de la inversión valorada está lejos de ser perfecta. Por ejemplo, supongamos que podemos encontrar opciones *call* sobre el petróleo con un precio de ejercicio de 50 \$, pero que no hay opciones cotizadas con un precio de ejercicio de 56 \$, que es el que necesitamos para resolver nuestro problema de valoración. Una dificultad aún más común surge cuando el analista está evaluando una inversión que ofrece flujos de caja distribuidos a lo largo de muchos años, mientras que las opciones cotizadas tienen vencimientos a solo un año. En estos casos, necesitaremos un modelo de valoración de opciones para valorar la inversión, que es el tema que trataremos en la próxima sección.

#### La relación entre el error de réplica y los comparables imperfectos

El estudiante astuto de finanzas reconocerá que el problema de encontrar una cartera réplica apropiada es análogo al de encontrar empresas comparables apropiadas que puedan utilizarse para valorar una empresa. Como mencionamos en capítulos anteriores, generalmente es imposible encontrar compañías comparables que proporcionen una correspondencia perfecta cuando estamos intentando identificar tanto el múltiplo apropiado de valoración como el coste del capital ajustado por riesgo. Normalmente, los directivos consideran una variedad de comparables y utilizan su juicio experto para conseguir una media ponderada que proporcione tasas de descuento y múltiplos apropiados.

Identificar la cartera réplica apropiada para determinar los flujos de caja equivalentemente ciertos es también un procedimiento imperfecto, pero no más que los que se usan

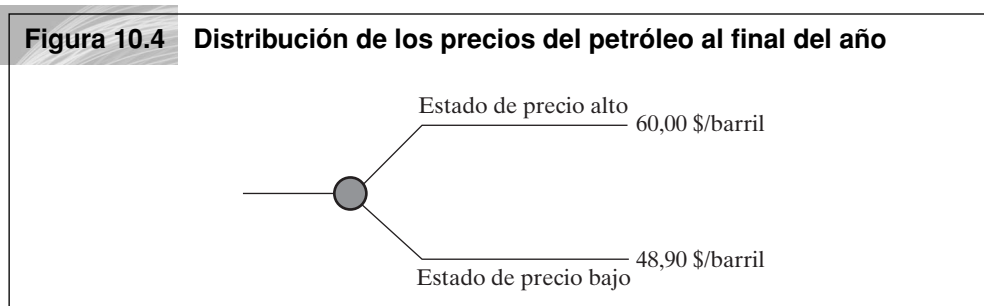
para identificar ratios de valoración y tasas de descuento apropiadas. De nuevo es necesario hacer hincapié en que hay incertidumbres inherentes a la valoración de flujos de caja futuros tanto si utilizamos el modelo tradicional DCF (que se centra en la estimación de tasas de descuento ajustadas al riesgo) como si empleamos el enfoque de opciones reales (que se centra en identificar una cartera réplica), y ambos enfoques requieren un buen juicio por parte del usuario.

## Evaluar la inversión mediante un modelo de valoración de opciones

En el ejemplo de petróleo de Cotton Valley, las opciones financieras se correspondían exactamente con la inversión que se estaba evaluando. Desafortunadamente, como indicamos en la última sección, incluso en los mejores casos es probable que haya algún riesgo de base, y en otros puede que no haya una opción cotizada que se parezca ni remotamente a la opción incluida en la inversión que se está valorando. Como mostraremos en esta sección, cuando no logre hacer corresponder el flujo de caja de una inversión con una opción cotizada, puede que sea capaz de valorar el componente de opción de la inversión utilizando datos de los precios *forward*. No obstante, esto requiere un modelo de valoración de opciones, así como ciertas hipótesis sobre la distribución de los precios del petróleo en el futuro.

En esta sección mostramos cómo estimar el valor de una opción *call* sobre el petróleo utilizando un **modelo binomial de valoración de opciones monopериodo**, en el que se supone que el precio futuro del petróleo sigue una **distribución binomial** (véase el cuadro de Consejos técnicos titulado “Árboles de probabilidad y distribución binomial”). En nuestra revisión de la inversión en el yacimiento petrolífero de Cotton Valley hacemos una asunción sobre la distribución de los precios del petróleo. En concreto, como se ve en la Figura 10.4, asumimos que los precios del petróleo en el próximo periodo serán iguales a un precio alto de 60,00 \$/barril o a un precio bajo de 48,90 \$/barril.

El primer paso en el proceso de valoración de la inversión es identificar los flujos de caja que se acumulan para el titular de los recursos propios bajo cada uno de los escenarios del precio del petróleo crudo. Los flujos de caja son iguales a los ingresos generados por cinco millones de barriles de producción vendida a 60,00 \$/barril, o bien a 48,90 \$/barril, menos el coste de 12 \$/barril de extraer el petróleo, más los 200 M\$ adeudados. Así, la información resumen para la inversión del yacimiento petrolífero es como sigue<sup>10</sup>:



<sup>10</sup>Esta es una deuda existente que tiene un valor nominal de 200 M\$; sin embargo, dadas las asunciones, en este ejemplo su valor de mercado sería menor.

**C O N S E J O S**  
**T É C N I C O S**

**Árboles de probabilidad y distribución binomial**

La idea que subyace a un árbol de probabilidad no es nueva para la mayoría de los estudiantes de finanzas. De modo muy simple, un árbol de probabilidad especifica los resultados de un evento incierto, como el precio de una libra de cobre al final del próximo año, y las probabilidades asociadas con cada uno de los precios posibles. Si solo hay dos posibles resultados, el árbol de probabilidad es binomial; si hay tres posibles resultados, es trinomial, y así sucesivamente. Para nuestros objetivos nos pondremos en el caso más simple, el árbol de probabilidad binomial.

Para ilustrar la construcción de un árbol binomial considere la distribución binomial de los precios del petróleo al final de un año que se encuentra en la Figura 10.4. El precio alto y el bajo del petróleo al final del año 1 se calculan en función del precio forward del petróleo observado hoy con entrega al final del año 1,  $F_{0,1}$ <sup>11</sup>:

$$\text{Precio alto} = F_{0,1}u, \text{ donde } u = e^{+\sigma} \text{ y Precio bajo} = F_{0,1}d, \text{ donde } d = e^{-\sigma}.$$

Para calcular estos precios necesitamos el precio *forward* del petróleo con entrega en un año,  $F_{0,1} = 54,17$  \$, y la desviación estándar de los cambios anuales del precio del petróleo,  $\sigma = 0,10232$ . Entonces,  $u = e^{+\sigma} = e^{0,10232} = 1,10775$  y  $d = 0,9027$ , lo que implica que al final del año 1 el precio del petróleo será

$$\text{Precio alto} = F_{0,1}u = 54,17 \$ \times 1,10775 = 60,00 \$$$

o bien

$$\text{Precio bajo} = F_{0,1}d = 54,17 \$ \times 0,9027 = 48,90 \$$$

El modelo binomial monoperiodo puede extenderse a múltiples periodos con unas pocas modificaciones leves. Demostramos este procedimiento en el Apéndice B.

**C O N S E J O S**  
**T É C N I C O S**

**Descuento en tiempo continuo**

En la literatura de opciones, la convención estándar es utilizar actualización o descuento en tiempo continuo. En consecuencia, el valor futuro de 1,00 \$ compuesto utilizando composición continua a una tasa del 10% a un año es igual a  $e^{0,10}$ , lo que es equivalente a la composición discreta utilizando una tasa anual de 10,517%, esto es,  $(1 + 0,10517)$ .

<sup>11</sup>Hay otras maneras de caracterizar la distribución de precios en un retículo binomial. No obstante, seguimos el enfoque adoptado por Robert L. McDonald, *Derivative Markets*, segunda edición (Boston, MA: Addison Wesley, 2006).



- El precio del petróleo el próximo año será de 48,90 \$ o de 60,00 \$ por barril, como se expone en la Figura 10.4.
- Los costes de extracción y transporte son conocidos e iguales a 12 \$ por barril.
- El tipo de interés libre de riesgo es del 8%.
- El precio *forward* del petróleo observado hoy con entrega en un año es de 54,17 \$/barril.
- Puede extraerse de la propiedad un total de cinco millones de barriles de petróleo, y todo ello durante el próximo año.
- El yacimiento petrolífero sirve como único colateral para una deuda de 200 M\$ que vence al final del próximo año y que exige un 10% de interés anual compuesto.
- El dueño del yacimiento petrolífero ha ofrecido vender sus recursos propios por 5 M\$, y el comprador asumirá la deuda de 200 M\$, que se asegura por la propiedad.

La pregunta, entonces, es esta: ¿se trata de una buena oferta?

Los árboles de decisión de los paneles a y b de la Figura 10.5 muestran gráficamente cómo se desarrolla el proceso de decisión a lo largo del tiempo. Los nodos circulares representan eventos inciertos, como diferentes posibilidades del precio del petróleo, y los nodos cuadrados representan eventos de decisión, por ejemplo, si perforar o no. Los números de los nodos cuadrados se utilizan para mantener el rastro de la decisión particular que debe hacerse como parte del problema que se está describiendo (por ejemplo, la inversión).

El panel a de la Figura 10.5 presenta un análisis detallado de los flujos de caja que se materializan a partir de un precio futuro incierto del petróleo crudo si la compañía no vende el petróleo en el mercado *forward*. Si el precio del petróleo aumenta hasta los 60,00 \$/barril, la inversión perderá 35,5 M\$ después de los costes de extracción y el repago de la deuda. Como el préstamo no tiene recurso, el inversor incumplirá cuando los precios del petróleo sean bajos, haciendo que los flujos de caja de los recursos propios sean iguales a cero.

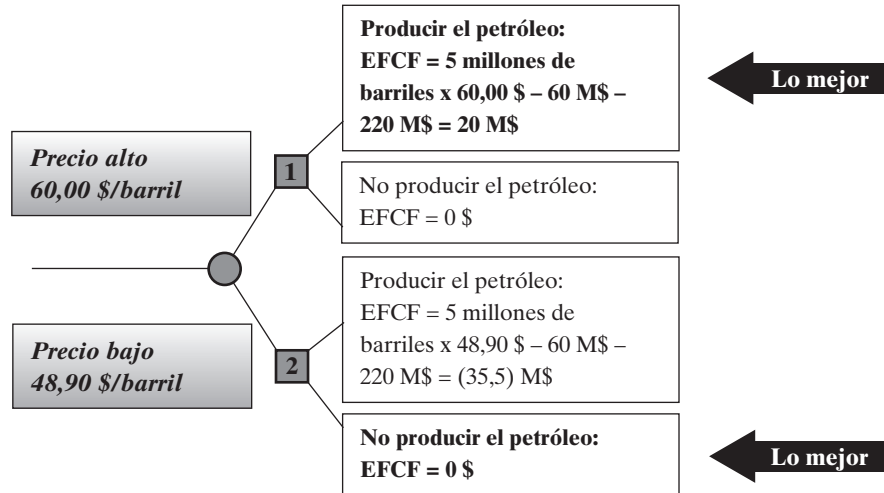
Como se observa en la Figura 10.5, el retorno a los inversores de recursos propios es idéntico al retorno de poseer una opción *call* para comprar cinco millones de barriles de petróleo con un precio de ejercicio de 56 \$/barril. En ambos casos, el inversor paga 20 M\$ (si los precios del petróleo alcanzan los 60 \$/barril) o nada (si el precio del petróleo es de 48,90 \$/barril).

De nuevo, merece la pena señalar que el enfoque tradicional DCF requeriría (1) estimar los posibles resultados del flujo de caja para la opción en los estados alto y bajo del precio del petróleo crudo, (2) calcular el flujo de caja esperado ponderando estos flujos de caja según las probabilidades de los estados de precio alto y bajo, y (3) descontar entonces el flujo de caja esperado a una tasa de descuento ajustada al riesgo apropiada. La alternativa que se utiliza en la práctica es calcular el flujo de caja equivalentemente cierto de la opción en lugar de su flujo de caja esperado, y descontar este valor al tipo libre de riesgo.

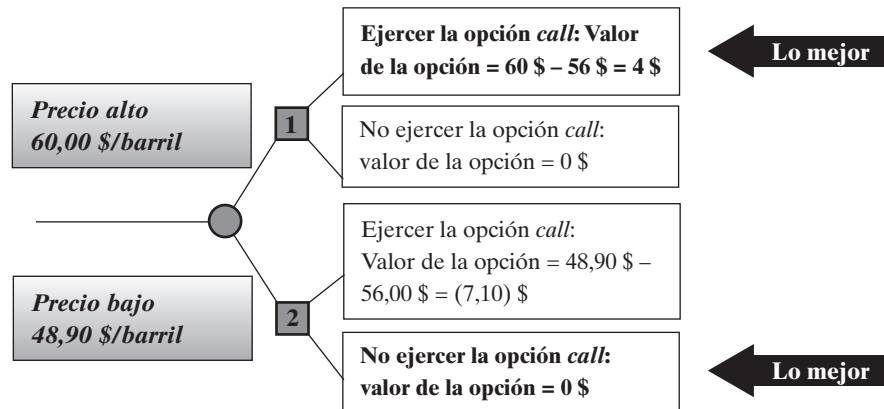
La ventaja de este enfoque es que no necesitamos conocer las probabilidades reales de los dos escenarios de precios del petróleo. En cambio, calculamos las llamadas **probabilidades neutrales al riesgo**, que son probabilidades hipotéticas que hacen que el precio del *forward* sea igual al precio esperado del petróleo el próximo año. Podemos resolver estas probabilidades neutrales al riesgo utilizando la Ecuación 10.1 como sigue:

**Figura 10.5** **Árbol de decisión para el problema de la producción de petróleo**

**Panel a. Árbol de decisión que muestra el retorno del capital**



**Panel b. Árbol de decisión equivalente que muestra el retorno de una opción call (por barril)**



$$\begin{aligned} \text{Precio forward del petróleo}_{\text{año } t} &= (\text{precio alto del petróleo}_{\text{año } t}) \\ &\times (\text{probabilidad neutral al riesgo}_{\text{precio alto}}) + (\text{precio bajo del petróleo}_{\text{año } t}) \\ &\times (\text{probabilidad neutral al riesgo}_{\text{precio bajo}}) \end{aligned} \quad (10.1)$$

Al sustituir los valores de nuestro ejemplo actual, despejamos  $p$ , que representa la probabilidad neutral al riesgo de que prevalezca el precio de 60,00 \$, como sigue:

$$54,17 \$ = p \times 60,00 \$ + (1 - p) \times 48,90 \$,$$

donde  $(1 - p)$  es la probabilidad neutral al riesgo correspondiente a que prevalezca el precio de 48,90 \$. Al resolver la ecuación de arriba vemos que la probabilidad neutral al riesgo de que suceda el precio alto es de 47,44%, lo que deja una probabilidad neutral al riesgo para el precio bajo de 52,56%<sup>12</sup>.

Vemos que el valor esperado neutral al riesgo (o equivalencia de certidumbre) del retorno de la opción en su fecha de vencimiento es  $0,4744 \times 4,00 \$ + 0,5256 \times 0,00 \$ = 1,90 \$$ . Al descontar este retorno de equivalencia de certidumbre utilizando el tipo libre de riesgo del 8%, se obtiene una estimación del valor de la opción *call* hoy. Así, el valor de una opción *call* para adquirir un barril de petróleo por medio de la inversión recién descrita es de  $1,75 \$ = 1,90 \$ \times e^{-0,08}$ , que es lo que asumimos anteriormente, y el valor de una opción para adquirir cinco millones de barriles es de 8,75 M\$<sup>13</sup>.

### ¿Cómo afecta la volatilidad al valor de la opción?

¿Cómo se ve afectado el valor de esta posición de valores si aumenta la incertidumbre? En nuestro análisis de flujos de caja descontados, aprendimos que un incremento en el riesgo, *ceteris paribus*, lleva a un incremento en la tasa de descuento y al correspondiente descenso en el valor actual de los flujos de caja esperados futuros. No obstante, como mostramos ahora, este no es necesariamente el caso para las inversiones con componentes de opciones.

Considérese un caso en el que el precio del *forward* se mantiene a 54,17 \$/barril pero el precio del petróleo cuando la economía es fuerte se incrementa hasta 66,00 \$/barril y cuando es débil se reduce hasta 44,50 \$/barril. Con estos datos, las probabilidades neutras al riesgo pueden calcularse utilizando la Ecuación 10.1 como 45% para el estado de precio alto y 55% para el estado de precio bajo<sup>14</sup>. Dado que la posición en renta variable tiene valor solo cuando el precio del petróleo es 66,00 \$, el valor de la renta variable en el año 1 se calcula como sigue:

$$\frac{0,45 \times (66 \text{ \$/barril} \times 5 \text{ millones de barriles} - 280 \text{ M\$})}{1,08} = 20,833 \text{ M\$}$$

Este es un incremento sustancial del valor de 8,75 M\$ calculado con la volatilidad inferior<sup>15</sup>.

<sup>12</sup>Como expusimos en la Sección 10.2, no es necesario que los precios *forward* sean iguales a los valores esperados de los precios reales futuros porque la presión de las coberturas de los participantes del mercado puede causar que sean más altos o más bajos que los precios esperados futuros. Esto implica sucesivamente que las probabilidades neutras al riesgo, que hacen que los precios del *forward* sean iguales a su valor equivalentemente cierto, en general no sean iguales a las probabilidades reales. Por ejemplo, si el precio *forward* es menor que el precio esperado en el futuro, la probabilidad neutral al riesgo del estado de precio alto será menor que la probabilidad real, y la probabilidad neutral al riesgo del estado de precio bajo será mayor que la probabilidad real.

<sup>13</sup>El lector avezado notará que no hemos presentado nada que pudiera interpretarse como un modelo de valoración de opciones en el sentido tradicional. En cambio, valoramos la opción simplemente utilizando el modelo DCF de equivalencia de certidumbre que hemos estado utilizando a lo largo de este capítulo. Es posible hacer esto porque podemos observar los precios *forward* para el activo subyacente. En el Capítulo 11 abordamos situaciones en las que los precios *forward* no son observables.

<sup>14</sup>Donde el precio *forward* se mantiene en 54,17 \$, la probabilidad neutral al riesgo del estado de precio alto,  $p$ , se calcula como sigue:

$$54,17 \$ = p \times 66,00 \$ + (1 - p) \times 44,50 \$$$

<sup>15</sup>La mayoría de las ganancias de valor de la renta variable se deben a la reducción en el valor de la deuda pendiente.

Este resultado puede parecer extraño, puesto que normalmente asociamos mayor incertidumbre con mayor riesgo, no con mayor valor. Sin embargo, el inversor de renta variable se beneficia del incremento de volatilidad, lo que hace posibles tanto los precios futuros del petróleo más altos como los más bajos, porque los precios del petróleo más altos y más bajos tienen un efecto asimétrico sobre los flujos de caja. Aunque los precios del petróleo más altos siempre generan ingresos más altos, la pérdida asociada a precios del petróleo más bajos tiene un límite inferior. Dado que el inversor tiene la opción de abandonar la inversión, no puede perder más que su inversión original, independientemente de cuánto caigan los precios del petróleo.

## Calibrar los modelos de valoración de opciones

Aunque existen opciones cotizadas que se parecen a la opción incorporada que se está valorando, su riesgo de base es bastante grande. Cuando se da este caso, los analistas financieros infieren la información de los mejores precios de las opciones y *forwards* y la usan en combinación con un modelo para valorar las opciones. En concreto, los analistas usan los precios observados de las opciones para extraer la volatilidad (o la distancia entre el precio alto y el bajo) del precio de la materia prima subyacente. Por ejemplo, si los precios de las opciones sobre el petróleo son relativamente altos, infieren que se espera que los precios del petróleo sean relativamente volátiles, lo que significa que debería utilizarse una volatilidad mayor para valorar las opciones de un yacimiento petrolífero. Este proceso de utilizar los precios observados de las opciones para inferir los parámetros que se utilizan en un modelo se conoce como “calibrar el modelo”. El Apéndice C contiene una ilustración de este proceso utilizando el modelo de valoración de opciones binomial.

## 10.6 RESUMEN

El punto central de este capítulo es que los precios de mercado observables de los contratos de derivados (precios de *forwards*, futuros y opciones) proporcionan información que puede utilizarse para valorar proyectos de inversión reales. Por ejemplo, los precios *forward* dan la información necesaria para calcular los flujos de caja equivalentemente ciertos, que pueden valorarse fácilmente descontándolos utilizando el tipo de interés libre de riesgo. Este enfoque no debería verse como una alternativa al análisis DCF. De hecho, un punto clave en el aprendizaje de este capítulo es que los precios observados de los derivados cotizados pueden usarse para facilitar la valoración DCF.

¿Cómo de útiles son los métodos descritos en este capítulo para valorar oportunidades de inversión reales? En realidad, es poco probable que un flujo de caja de una inversión pueda replicarse fácilmente con derivados financieros cotizados en bolsa. No obstante, este problema no es distinto del de encontrar empresas comparables para implementar la valoración relativa, según se expuso en el Capítulo 6, o del de estimar el coste del capital ajustado al riesgo de un proyecto, como se expuso en los Capítulos 4 y 5. Cuando surge este problema en un análisis de valoración, y casi siempre lo hace independientemente del método utilizado, los analistas financieros deben hacer uso de su juicio profesional para conseguir combinaciones de futuros u opciones que repliquen los flujos de caja de la inversión de forma tan rigurosa como sea posible.

En algunos casos, puede utilizarse el juicio experto para seleccionar precios de derivados de una materia prima cotizada que esté estrechamente relacionada con la materia

prima que subyace a los flujos de caja del proyecto. Por ejemplo, si los flujos de caja de una inversión se derivan de la producción y venta de crudo pesado de Alberta, el analista puede utilizar el precio del futuro sobre el petróleo crudo del Oeste de Texas, ajustado por la típica diferencia de 4 \$ por barril de las dos fuentes de crudo. En otros casos, se requieren transformaciones más complejas. Por ejemplo, si las condiciones de los contratos de opciones cotizadas no se ajustan a las características específicas de la opción implícita en la inversión que se está valorando, puede utilizarse un modelo de valoración de opciones, como el modelo binomial de valoración de opciones introducido en este capítulo. Para aplicar tal modelo debería utilizar información de los precios de las opciones cotizadas con características muy parecidas a las opciones reales que se están valorando.

Como advertimos al principio de este capítulo, hemos mostrado el enfoque de valoración de derivados con ejemplos de inversiones de petróleo. Las técnicas que hemos descrito fueron desarrolladas originalmente para valorar petróleo, gas y otras inversiones en recursos naturales. Sin embargo, como pondremos de manifiesto en los Capítulos 11 y 12, el enfoque que hemos descrito se está extendiendo actualmente a la valoración de un amplio rango de inversiones en una variedad de industrias en expansión.

## PROBLEMAS

10.1. USO DE DERIVADOS PARA ANALIZAR UNA INVERSIÓN EN GAS NATURAL. Morrison Oil and Gas se enfrenta a una oportunidad de inversión interesante. La inversión conlleva la exploración de un depósito de gas natural significativo al Sudeste de Louisiana, cerca de Cameron. El área se conoce desde hace tiempo por su producción de petróleo y gas, y la nueva oportunidad implica el desarrollo y la producción de 50 millones de pies cúbicos (MCF) de gas. El gas natural cotiza actualmente alrededor de 14,03 \$ por MCF; el precio el próximo año, cuando el gas se produzca y venda, podría llegar a ser tan alto como 18,16 \$ o tan bajo como 12,17 \$. Además, el precio del *forward* del gas a un año es actualmente 14,87 \$. Si Morrison adquiere la propiedad, se enfrentará con un coste de 4,00 \$ por MCF para producir el gas.

La compañía que intenta vender el yacimiento de gas tiene una deuda de 450 M\$ sobre la propiedad que deberá ser pagada en un año al 10% de interés. Si Morrison compra la propiedad, tendrá que asumir esta deuda y la responsabilidad de pagarla. No obstante, la deuda es sin recurso: si el dueño de la propiedad decide no explotarla en un año, puede simplemente transferir la propiedad del terreno al prestamista.

El actual dueño de la propiedad es una gran compañía petrolífera que está combatiendo un intento de absorción; por tanto, necesita liquidez. El precio solicitado por el patrimonio del terreno es 50 M\$. El problema al que se enfrentan los analistas de Morrison es si el patrimonio vale esta cantidad.

- a. Una forma posible de valoración es estimar el valor del proyecto de tal modo que el riesgo del precio del gas natural se elimine mediante una cobertura. Estime el valor del patrimonio en el proyecto si todo el gas se vende con el *forward* al precio de 14,87 \$ por MCF. El tipo de interés libre de riesgo es actualmente del 6%.
- b. De forma alternativa, Morrison podría elegir esperar un año para decidir si explotarlo. Al retrasar la decisión, la empresa explotará o no la propiedad basándose en el precio por MCF al final del año. Analice el valor del patrimonio del terreno bajo este escenario.

- c. El patrimonio del terreno es en esencia una opción *call* sobre 50 MCF de gas natural. Bajo las condiciones establecidas en el problema, ¿cuánto vale hoy una opción *call* a un año sobre el gas natural si el precio se eleva hasta 13,90 \$/MCF? (Pista: utilice el modelo binomial de valoración de opciones).

10.2. VALORACIÓN DE UNA INVERSIÓN ENERGÉTICA UTILIZANDO OPCIONES SOBRE EL PETRÓLEO. La compañía Pampa Oil lleva una exploración de petróleo y gas a lo largo de la frontera interestatal de Texas. La empresa fue recientemente abordada por un buscador de petróleo llamado *William Wild Bill* Donovan con la intención de desarrollar lo que él consideraba un negocio seguro. Wild Bill poseía el usufructo y quería venderlo a Pampa para satisfacer algunas deudas de juego algo urgentes.

La exploración supondría gastar esfuerzos durante el periodo de un año y un coste de 600.000 \$ (que por simplificar asumimos que se paga al final del año). Wild Bill está convencido de que se pueden encontrar 20.000 barriles de petróleo, y tiene informes geológicos y de ingeniería que respaldan su visión. El valor de la propuesta depende del precio del petróleo, del coste de la exploración y del coste de la extracción del petróleo. Pampa Oil está muy familiarizada con la exploración y la producción en esta área y está segura sobre las estimaciones de costes. Estima que la exploración supondría derrochar esfuerzos durante el periodo de seis meses y un coste de 600.000 \$ (que asumimos que se pagan al final del año). Pampa Oil también está segura de que el coste de extraer petróleo no será mayor que 8 \$ por barril. No obstante, los precios del petróleo han sido muy volátiles, y los expertos predicen que podrían tocar los 50 \$ por barril al final del año o caer hasta los 35 \$, según si prospera o no el proceso de paz en Oriente Medio. Por tanto, Pampa Oil está considerando la posibilidad de postergar el desarrollo del yacimiento petrolífero seis meses, lo que la colocaría en una posición mejor para decidir si seguir adelante con la exploración o no. El tipo de interés libre de riesgo es actualmente 5%, y el precio del *forward* del petróleo a un año se cotiza ahora a 40 \$ el barril. ¿Cuánto debería valer la propuesta de inversión para Pampa? (Puede asumir un tipo impositivo sobre ingresos cero).

10.3. LA LÓGICA DE LAS COBERTURAS. El jefe de analistas financieros de la compañía Morrison Oil (del Problema 10.1) es Samuel (Sam) Crawford. Sam completó su análisis sugiriendo que la inversión era efectivamente buena para la compañía y lo presentó al comité ejecutivo de la empresa. El comité ejecutivo está formado por los directores ejecutivo, financiero y de operaciones de la firma. El director financiero pensó que el análisis de Sam estaba de acuerdo con lo previsto, pero el director de operaciones y el ejecutivo estaban preocupados por que la estrategia de cobertura no funcionase para la inversión. De hecho, se preguntaban por qué realizar una cobertura sobre la inversión era tan buena idea. Sam deberá explicar de la mejor manera posible por qué el proyecto es bueno y conlleva cubrir los flujos de caja de la inversión utilizando opciones *call* a un año sobre el gas natural. Estas opciones *call*, que tienen un precio de ejercicio de 13,90 \$ por MCF, se vendían por 1,86 \$ por MCF. Muestre cómo vender opciones *call* sobre 50 MCF de gas hoy y llevar a cabo la inversión provee a Morrison con una inversión cubierta (esto es, libre de riesgo).

10.4. VALORAR UN PROYECTO DE MINERÍA DE COBRE UTILIZANDO PRECIOS *FORWARD*. Exploraciones Harrington Inc. está interesada en expandir sus operaciones de minería de

cobre en Indonesia. El área ha destacado desde hace tiempo por sus depósitos ricos en mena de cobre, y con precios del cobre a niveles cercanos al récord, la compañía está considerando una inversión de 60 M\$ para iniciar operaciones en una nueva veta de mineral que fue descubierta por los geólogos de la compañía hace cuatro años. La inversión se iría gastando (en una combinación de amortización del capital del equipo y costes de agotamiento asociados al uso de los depósitos del mineral) a lo largo de cinco años hasta alcanzar un valor de cero. Dado que Harrington hace frente a un tipo impositivo del 30%, el ahorro fiscal es significativo.

Los geólogos de la compañía también estiman que el mineral será aproximadamente de la misma pureza que los depósitos existentes, de modo que costará 150 \$ extraer y procesar una tonelada de mineral que contiene aproximadamente un 15% de cobre puro. La compañía estima que hay 75.000 toneladas de mineral en la nueva veta que pueden ser extraídas y procesadas durante los próximos cinco años a un ritmo de 15.000 toneladas por año.

El director financiero de Harrington pidió a uno de sus analistas financieros que elaborase una estimación del valor esperado de la inversión utilizando la curva de precios forward del cobre como guía del valor de la producción futura de cobre. La curva de precios *forward* del precio por tonelada de cobre para los próximos cinco años (cuando la inversión propuesta estaría en funcionamiento) es la siguiente:

2008	7.000 \$/tonelada
2009	7.150 \$/tonelada
2010	7.200 \$/tonelada
2011	7.300 \$/tonelada
2012	7.450 \$/tonelada

En un estudio encargado por el director financiero el año pasado, el coste de capital de la compañía se estimó en un 9,5%. El tipo de interés libre de riesgo de los bonos del Tesoro a cinco años es actualmente del 5,5%.

- a. Estime los PFCF (equivalentemente ciertos) después de impuestos del proyecto durante sus cinco años de vida productiva.
- b. Utilizando la metodología de valoración de equivalencia de certidumbre, ¿cuál es el VAN del proyecto?
- c. Suponga ahora que el analista estima el VAN del proyecto utilizando la metodología de equivalencia de certidumbre y que es negativo. Cuando el director financiero de la empresa ve los resultados del análisis, sugiere que debe haber algún error porque su propio análisis mediante métodos convencionales (esto es, flujos de caja esperados y el coste de capital medio ponderado de la firma) produce un VAN positivo de más de 450.000 \$. En concreto, estima que el precio del cobre para 2008 será en efecto de 7.000 \$ por tonelada, pero que se incrementará en un 12% anual durante los cinco años de vida del proyecto. ¿Cómo debería responder el analista a la preocupación del director financiero?

10.5. VALORAR UNA OPORTUNIDAD DE INVERSIÓN EN ORO. Jim Lytle, un asesor financiero, recomienda a sus clientes que inviertan en oro. En concreto, está aconsejando a un cliente que invierta 100.000 \$ en la compra de 175 onzas de oro en lingotes, con la expectativa de mantener el oro por un periodo de un año antes de venderlo. El cliente señala que el precio

de los futuros para 175 onzas de oro con entrega en un año es 104.000 \$, lo que representa una rentabilidad del 4% sobre los 100.000 \$ de inversión, mientras que la rentabilidad del Tesoro a un año es actualmente el 5%. Pregunta: ¿No sería mejor si vendo 175 onzas de oro hoy por 100.000 \$ y compro un contrato de futuros para comprar el oro en un año a un precio de 104.000 \$? Podría invertir los 100.000 \$ al 5% en bonos del Tesoro con vencimiento en un año.

- a. Analice el retorno de la estrategia de inversión propuesta por el inversor. ¿Cuál es su recomendación?
- b. ¿Por qué las dos alternativas pueden ofrecer distintos retornos?

10.6. VALORAR EL ORO RECUPERADO DE VIEJOS ORDENADORES PERSONALES. Algunos productos industriales contienen oro y plata como componente porque tienen muy buenas propiedades conductoras. S&M Smelting Company se dedica a la recuperación de oro de estos productos y está considerando un contrato para comenzar a extraer el oro del reciclaje de ordenadores personales. El proyecto implica establecer acuerdos con los gobiernos estatales de tres estados del Medio Oeste para disponer de sus PC. El proyecto durará cinco años y el contrato exige la disposición de 200.000 PC por año. Tres toneladas de chatarra electrónica contienen aproximadamente una onza de oro Troy. Más aún, cada PC contiene aproximadamente 6 libras de chatarra electrónica, y el coste de proceso que supone extraer el oro es de 67,5 \$ por tonelada de chatarra. Además, el precio actual (*spot*) del oro es de 592,80 \$/onza y la curva de precios *forward* del precio por onza de oro para los próximos cinco años es la siguiente:

2008	679,40 \$/onza
2009	715,10 \$/onza
2010	750,60 \$/onza
2011	786,90 \$/onza
2012	822,80 \$/onza

S&M estima que el coste del capital de la empresa es del 10,5%, y el tipo de interés libre de riesgo de los bonos del Tesoro a cinco años es actualmente del 5%. Además, S&M hace frente a un tipo impositivo del 30%, y la inversión de 450.000 \$ desembolsada durante 2007 se amortizará linealmente durante cinco años hasta alcanzar un valor residual de cero.

- a. Estime los PFCF (equivalentemente ciertos) después de impuestos del proyecto durante sus cinco años de vida productiva.
- b. Utilizando la metodología de valoración de equivalencia de certidumbre, ¿cuál es el VAN del proyecto?
- c. Si asumimos que el precio del oro se incrementará a un 7% anual durante los próximos cinco años, ¿cuál es el VAN del proyecto utilizando el método WACC tradicional basado en los PFCF, si se estima que el WACC es del 10,5%? ¿Qué tasa de crecimiento del precio del oro se requiere para producir el mismo VAN con el enfoque WACC y con el enfoque de equivalencia de certidumbre utilizado en el apartado b?



## PALABRAS CLAVE

Árbol de probabilidad  
*Backwardation*  
Cartera réplica  
Cobertura  
*Contango*  
Derivado financiero  
Distribución binomial  
Equivalencia de certidumbre (CE)  
Error de réplica  
Flujo de caja equivalentemente cierto  
*Forward*  
Futuro  
Mercado *spot*  
Modelo binomial de valoración de opciones  
Opción  
Opción americana  
Opción *call*  
Opción contractual  
Opción de impago  
Opción europea  
Opción financiera  
Opción *put*  
Posición corta  
Posición larga  
Precio de ejercicio de la opción o *strike price*  
Probabilidades neutrales al riesgo  
Riesgo de base  
Riesgos del proyecto omitidos  
*Swap*  
Valoración contra la curva *forward* de precios  
Volatilidad implícita



# Breve repaso de conceptos básicos sobre opciones

Este apéndice está dirigido al lector cuyo conocimiento sobre las opciones y sus retornos es limitado o simplemente falto de práctica por años de desuso. Nuestro objetivo es desarrollar una plataforma sobre la que construir una comprensión del uso de las opciones a lo largo de este capítulo y de los dos que siguen.

## ¿Qué es una opción?

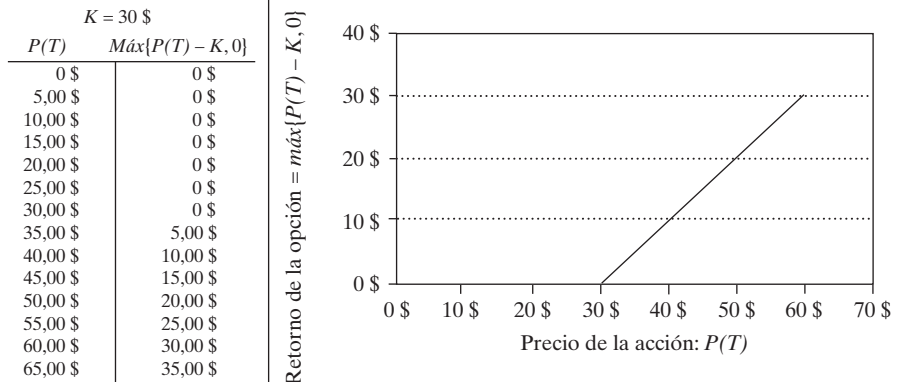
Una opción da a su propietario el derecho, pero no la obligación, de comprar o vender un activo especificado a un precio acordado contractualmente (el precio de ejercicio de la opción o *strike price*) dentro de un periodo de tiempo determinado. Una opción *call* da al propietario el derecho (de nuevo, no la obligación) de comprar el activo al precio de ejercicio. Una opción *put* da al propietario el derecho (de nuevo, no la obligación) de vender el activo al precio de ejercicio. En cualquier caso, el propietario de la opción puede no ejercerla si no está interesado en comprar o vender.

Los contratos de opciones son de dos tipos básicos, dependiendo de cuándo pueden ejercerse: la **opción europea** da al tenedor el derecho de ejercer la opción solamente en su fecha de vencimiento; la **opción americana** permite al tenedor ejercerla en cualquier momento hasta la fecha de vencimiento.

## ¿Cómo caracterizamos los retornos de los contratos de opciones?

Considérense las consecuencias económicas de poseer una opción *call* sobre una acción. El retorno del tenedor de la opción en el vencimiento (esto es, día  $T$ , cuando la opción expira) puede representarse gráficamente utilizando el diagrama de posición de la Figura 10A.1. El retorno de poseer la opción *call* en la fecha de vencimiento (“estar largo en la *call*”) se representa con una línea ascendente de  $45^\circ$  que comienza en el precio de ejercicio,  $K$ , 30 \$. Si el precio de la acción,  $P(T)$ , es, digamos, 50 \$ y el precio de ejercicio,  $K$ , es 30 \$, entonces el día en que la opción vence tiene un valor de  $P(T) - K = 50 \$ - 30 \$ = 20 \$$ . No obstante, si en la fecha de vencimiento el precio de la acción cae por debajo de 30 \$, la opción no vale nada. Por ejemplo, si el precio de la acción en el día de vencimiento fuese solo 25 \$, el propietario no ejercería la opción porque no tiene valor. (¿Quién pagaría 30 \$ para ejercer una opción de compra de una acción que podría comprarse en el mercado por 25 \$?) Así, queremos poseer opciones *call* cuando esperamos que los precios del activo subyacente aumenten.

**Figura 10A.1** Retorno de una opción *call* en la fecha de vencimiento  
[Precio de ejercicio ( $K$ ) = 30 \$]



### Definición del retorno de una opción *call*

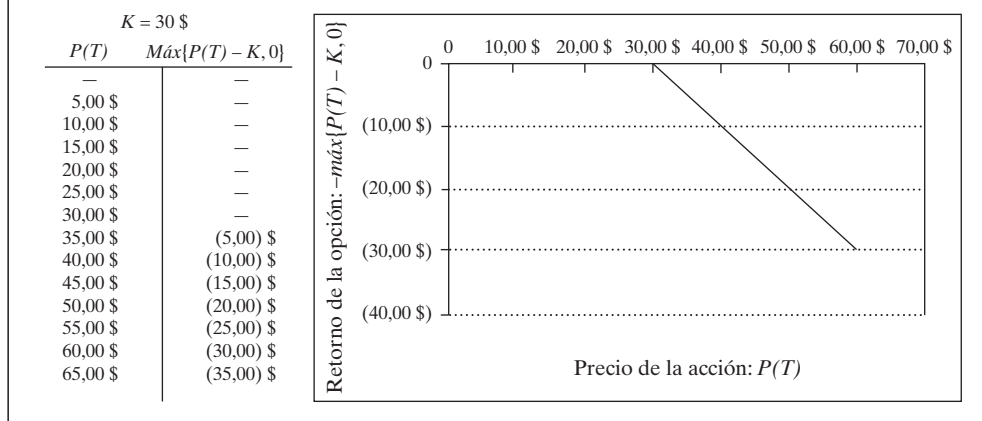
Analíticamente, escribimos el retorno de la opción *call* como  $máx\{P(T) - K, 0\}$ , que se lee “el máximo entre  $P(T) - K$  y cero”. Cuando el retorno de la opción es positivo (esto es,  $P(T) > K$ ), se dice que la opción está “*in the money*”. De modo similar, cuando  $P(T) = K$ , la opción está “*at the money*”, y cuando  $P(T) < K$ , la opción está “fuera del dinero”. Consecuentemente, para una opción *call* hay dos estados críticos en el vencimiento: el precio de la acción es mayor que el precio de ejercicio o no lo es, lo que se resume en la Ecuación 10A.1:

$$\begin{aligned} \text{Retorno de la} \\ \text{opción call en} \\ \text{el vencimiento (T)} \end{aligned} = máx\{P(T) - K, 0\} = \begin{cases} P(T) - K & \text{si } P(T) > K \\ 0 & \text{si } P(T) \leq K \end{cases} \quad (10A.1)$$

Si  $P(T) > K$ , entonces la opción *call* tiene un valor igual a  $P(T) - K$ . En otro caso, la opción vence sin valor.

La Figura 10A.1 representa el retorno en el día de vencimiento para el poseedor de una opción *call* con un precio de ejercicio,  $K$ , de 30 \$. ¿Cómo sería el retorno para la persona que vendió la opción *call*? La respuesta es sencilla. Por cada dólar que el poseedor de la opción gana, el vendedor pierde un dólar. Por ejemplo, si el precio de la acción es 50 \$, el poseedor de la *call* tiene un título que vale 20 \$. (Puede comprar una acción que vale 50 \$ ejerciendo la opción *call* por 30 \$). Sin embargo, el emisor de la opción *call* está obligado a entregar la acción que vale 50 \$ en el mercado a un precio de ejercicio de 30 \$ (una pérdida de 20 \$). Por tanto, el retorno de vender la opción *call* (estar corto, también llamado emitir), mostrado en la figura 10A.2, es la imagen especular, o inversa, de la figura 10A.1. Analíticamente, el retorno de vender una *call* es el negativo del retorno de poseerla (estar largo), esto es,  $-máx\{P(T) - K, 0\}$ .

**Figura 10A.2** Retorno en la fecha de vencimiento para el vendedor de una opción *call*  
[Precio de ejercicio ( $K$ ) = 30 \$]



### Definición del retorno de una opción *put*

Una opción *put* da a su propietario el derecho, pero no la obligación, de vender un activo a un precio prescrito dentro de un periodo de tiempo especificado. Así, queremos poseer opciones *put* cuando esperamos que los precios del activo subyacente disminuyan. Esto se debe a que la opción *put* tiene valor cuando el precio del activo subyacente cae por debajo del precio de ejercicio establecido.

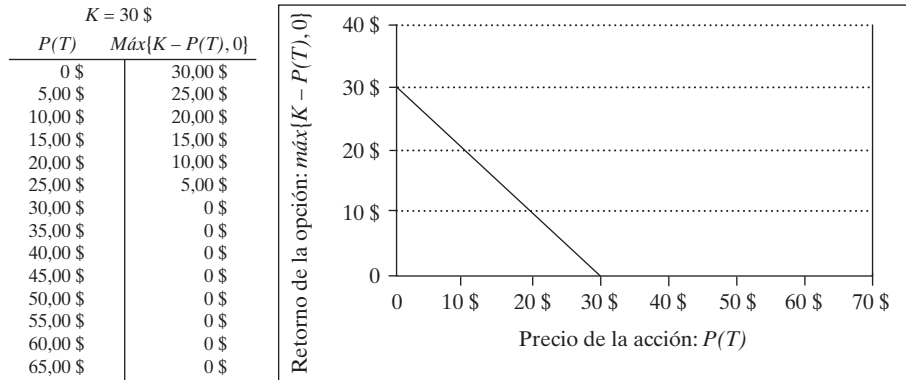
Considérense los retornos de una opción *put* de la figura 10A.3, con un precio de ejercicio de 30 \$. Si el precio del activo subyacente sobre el que la opción se ha emitido tiene un precio de 25 \$, entonces el tenedor de la *put* puede ejercer la opción para vender la acción al precio de ejercicio de 30 \$. No obstante, si el precio de la acción es 40 \$, la *put* expirará sin valor dado que la acción puede venderse en el mercado por 40 \$, mientras que el precio de ejercicio de la *put* es de solo 30 \$.

Piense en los contratos de opciones *put* como en pólizas de seguro. Esto es, en el caso de que el valor del activo subyacente caiga por debajo de cierto umbral, estamos protegidos, dado que el retorno de la *put* se incrementa dólar a dólar con cualquier disminución mayor que el valor del activo subyacente. De modo similar, en el caso de que su casa se incendie, la póliza de seguro del dueño de la casa le da derecho a venderla a la compañía de seguros por el importe asegurado.

Del mismo modo, podemos expresar el retorno de poseer la opción *put* (una posición larga) como  $\max\{K - P(T), 0\}$ . Esto es, la *put* tiene un valor positivo igual a  $K - P(T)$  solo cuando el precio de la acción cae por debajo del precio de ejercicio,  $K$ . La Ecuación 10A.2 reproduce la estructura del retorno de la opción *put* en la fecha  $T$ :

$$\text{Retorno de la opción put en el vencimiento (T)} = \max\{K - P(T), 0\} = \begin{cases} K - P(T) & \text{si } P(T) \leq K \\ 0 & \text{si } P(T) > K \end{cases} \quad (10A.2)$$

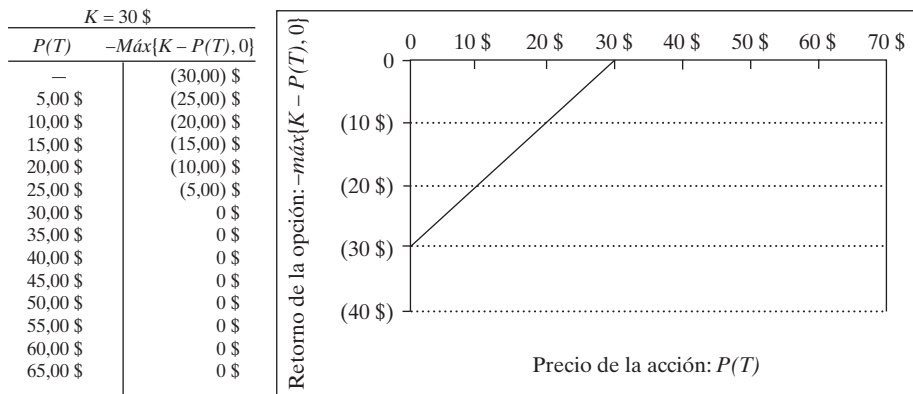
**Figura 10A.3** Retorno en la fecha de vencimiento para el poseedor de una opción *put* [Precio de ejercicio ( $K$ ) = 30 \$]



De nuevo, el retorno para el vendedor de la opción *put* es la imagen especular (o inversa) del retorno del que la compra (esto es, el poseedor), como muestra la Figura 10A.4.

Si el precio de la acción es 25 \$, la opción *put* vale 5 \$ para el tenedor de la opción. En consecuencia, la persona que vendió la *put* (comúnmente denominada “emisor de la opción”) está obligada a pagar el precio de ejercicio de 30 \$ por la acción que vale solo 25 \$ en el mercado y en consecuencia hace frente a una pérdida de 5 \$.

**Figura 10A.4** Retorno en la fecha de vencimiento para el vendedor de una opción *put* [Precio de ejercicio ( $K$ ) = 30 \$]



## Riesgo y valoración de opciones

Una característica importante de la mayoría de los contratos de opciones es que su valor es mayor cuando el activo subyacente se vuelve más volátil o arriesgado. Por ejemplo, las opciones sobre acciones son más valiosas cuando la volatilidad de la acción es mayor. La intuición que sostiene esta afirmación es sencilla. Para la mayoría de las inversiones, la volatilidad se considera negativa porque la mayor probabilidad de lograr rendimientos muy altos se compensa con la probabilidad mayor de que se materialicen rendimientos muy negativos. No obstante, el rendimiento esperado de una opción generalmente aumenta conforme aumenta la volatilidad de la inversión subyacente. Esto se debe a que una volatilidad más alta incrementa la probabilidad de que el retorno de la opción sea muy alto, pero dado que la máxima pérdida en un contrato de opciones es fija, el incremento de la posibilidad buena no se compensa por completo con los incrementos del riesgo en la parte negativa.

## Valorar opciones *call* utilizando el modelo de Black-Scholes

Hasta este punto hemos restringido nuestra discusión al retorno de la opción en la fecha de vencimiento o el valor de la opción el día en que expira. La valoración de opciones antes de la fecha de vencimiento es un problema mucho más complejo, y quizá el modelo de valoración más conocido es el desarrollado por Fisher Black y Myron Scholes. Su modelo se utiliza para valorar opciones que solo pueden ejercerse en la fecha de vencimiento (esto es, opciones europeas). Otra diferencia significativa entre su modelo y el binomial, que discutiremos en el Apéndice C, es que se asume que la distribución de los precios de la acción es continua. No obstante, el enfoque básico para la obtención del modelo de valoración es el mismo. Comprando acciones y vendiendo simultáneamente opciones sobre la acción, el inversor puede crear un retorno libre de riesgo. La ecuación de valoración de la opción resultante para una opción *call* sobre una acción cuyo precio actual es  $P_{\text{hoy}}$  y que vence en un periodo  $T$  puede escribirse como sigue:

$$\text{Call}(P, T, K) = P_{\text{hoy}} N(d_1) - Ke^{-r_f T} N(d_2). \quad (10A.3)$$

Donde  $K$  = precio de ejercicio de la opción,  $r_f$  = tipo de interés libre de riesgo,

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{P_{\text{Hoy}}}{K}\right) + \left(r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad y \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$N(d_1)$  es la probabilidad de que un valor menor que  $d$  pueda darse bajo la distribución normal estándar (esto es, media cero y desviación estándar igual a 1);  $\sigma^2$  es la varianza anualizada de los retornos (compuestos de forma continua) de la acción, esto es,  $\ln[P(t+1)/P(t)]$ ; y todos los demás términos mantienen sus definiciones previas.

Para mostrar el uso de la fórmula de Black-Scholes, vamos a considerar el siguiente ejemplo: el precio actual de la acción sobre la que se ha emitido la opción *call* es  $P_{\text{hoy}} = 32,00$  \$; el precio de ejercicio de la opción *call*,  $K = 30,00$  \$; el tiempo hasta vencimiento de la opción es  $T = 90$  días o 0,25 años; la varianza anualizada de los retornos de la acción es  $\sigma^2 = 0,16$ ; y la tasa de interés libre de riesgo es  $r_f = 12\%$  anual. Para estimar el valor de

la opción utilizando la Ecuación 10A.3, debemos despejar en primer lugar  $d_1$  y  $d_2$  como sigue:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{P_{\text{Hoy}}}{K}\right) + \left(r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = 0,572693$$

y

$$d_2 = 0,1432 - 0,4\sqrt{0,25} = 0,372693$$

Ahora, utilizando la Ecuación 10A.3 y la tabla de áreas bajo la distribución normal estándar (que se puede encontrar en cualquier manual de estadística), calculamos el valor de la opción sustituyendo los valores apropiados en la Ecuación 10A.3<sup>16</sup>, esto es,

$$\begin{aligned} \text{Call}(P, T, K) &= P_{\text{hoy}} N(d_1) - Ke^{-r_f T} N(d_2) \\ \text{Call}(P, T, K) &= 32 \$ (0,716574) - 30 \$ e^{-0,12(0,25)} (0,645311) = 4,1437 \$ \end{aligned}$$

Nótese que el valor de la opción es 4,14 \$ aun cuando el precio actual de la acción es solo 2 \$ superior al precio de ejercicio de 30 \$. Esta prima surge porque existe la posibilidad de que el valor de la opción *call* se incremente aún más si el precio de la acción sube a lo largo de los próximos 90 días. De hecho, si el tiempo hasta el vencimiento de la opción fuese de seis meses en lugar de tres meses, el valor de la opción sería 5,58 \$.

<sup>16</sup>Podemos utilizar la función de Excel `distr.norm.estand( $d_1$ )` (en inglés, `normsdist( $d_1$ )`) para calcular directamente  $N(d_1)$ .



# Árboles y retículas de probabilidad multiperiodo

En el capítulo introdujimos el árbol binomial para caracterizar las realizaciones de precios futuros inciertos del petróleo. En este apéndice extendemos el árbol de un periodo a múltiples periodos utilizando precios *forward*. Hay muchas maneras de construir un árbol binomial, y el método que describimos aquí desarrolla un árbol *forward*<sup>17</sup>.

La Figura 10B.1 presenta un retículo binomial de tres años para el precio del petróleo crudo con una volatilidad ( $\sigma$ ) estimada de 0,10 de la variación anual de los precios del petróleo. Calculamos el precio superior e inferior del año 1 basándonos en el precio de hoy del *forward* del petróleo con entrega al final del año 1 ( $F_{0,1}$ ) como sigue:

$$\text{Precio superior (para el año 1)} = F_{0,1} u,$$

donde  $u = e^{+\sigma}$  y  $\sigma$  es la volatilidad de los cambios del precio del petróleo, y

$$\text{Precio inferior (para el año 1)} = F_{0,1} d,$$

donde  $d = e^{-\sigma}$ .

Dado un precio del *forward* del petróleo crudo de 52,04 \$ por barril al final del año 1 y una volatilidad estimada de los cambios anuales del precio ( $\sigma$ ) igual a 0,10, calculamos el precio superior e inferior para el año 1 como sigue:

$$\text{Precio superior (para el año 1)} = F_{0,1}; u = 52,04 \$; e^{0,10} = 57,51 \$$$

y

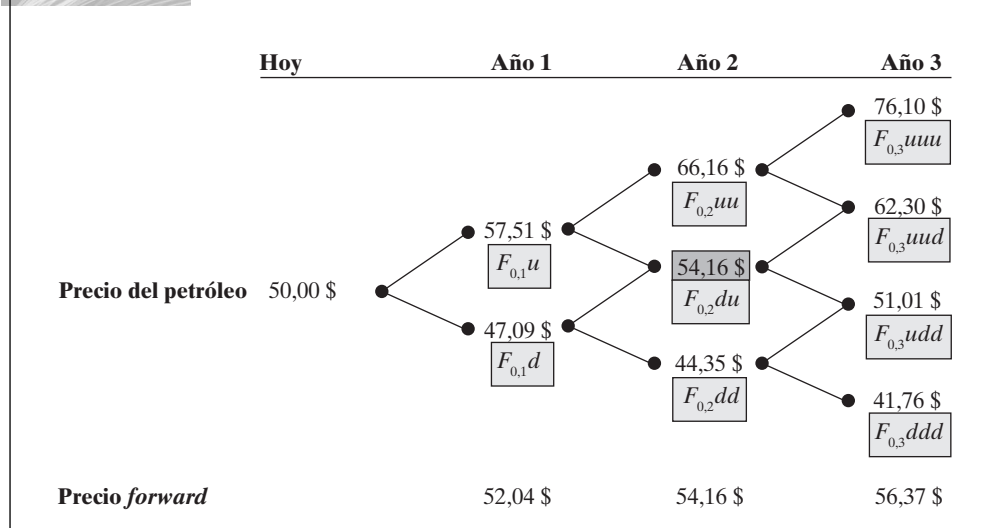
$$\text{Precio inferior (para el año 1)} = F_{0,1}; d = 52,04 \$; e^{-0,10} = 47,09 \$.$$

Las fórmulas utilizadas para calcular los posibles precios en el retículo binomial para los años 2 y 3 se basan en los precios *forward* de cada año y se encuentran debajo del precio en cada nodo del retículo.

El árbol binomial de la Figura 10B.1 es un árbol binomial recombinado o retículo. La importancia práctica de esto es que el árbol resultante utiliza menos nodos de precio.

Por ejemplo, considérese el nodo central del año 2 de la Figura 10B.1, igual a 54,16 \$. Este precio puede obtenerse mediante una secuencia de un precio superior en el año 1

<sup>17</sup>Véase Robert McDonald, *Derivative Prices*, 2.ª edición (Boston, MA: Addison Wesley, 2006).

**Figura 10B.1** Distribución binomial del precio del petróleo crudo

seguido por un precio inferior en el año 2, o de un precio inferior en el año 1 seguido por un precio inferior en el año 2. Esta propiedad de compartir nodos de precio que tiene el árbol binomial recombinao (o retículo) reduce el número de nodos de precio en el árbol.

## Resumen

Cerramos nuestro breve repaso de la construcción del retículo binomial con unas pocas observaciones clave:

- En primer lugar, construimos una forma especial de árbol binomial, conocido como árbol recombinao o retículo, en el cual los movimientos al alza y a la baja están restringidos a ser simétricos. Esta restricción facilita el cálculo de grandes árboles multiperiodo.
- En segundo lugar, la fuente de incertidumbre sobre valores futuros contenidos en el retículo queda determinada por la volatilidad subyacente a los cambios anuales de precios.
- En tercer lugar, la técnica que utilizamos para construir el retículo binomial está diseñada para ser consistente con los precios *forward* observados.
- Por último, aunque todos los ejemplos que utilizamos en este capítulo usan periodos anuales, la longitud de cada paso temporal no está restringida a un año. Simplemente ajustamos el tipo libre de riesgo y la volatilidad anualizada a la duración correspondiente de un paso temporal en el retículo. Nótese que, al utilizar múltiples pasos temporales por año, expandimos enormemente el número de puntos de datos (valores estimados) por año, mejorando de este modo la precisión con la que somos capaces de replicar la distribución de los valores de fin de año.

## Calibrar el modelo binomial de valoración de opciones

Este capítulo introduce un enfoque de valoración que emplea información de los mercados de derivados financieros para valorar oportunidades de inversión reales. Este enfoque, como todos los enfoques de valoración, hace un número de asunciones simplificadoras. En algunos casos estas asunciones son razonables, pero en otros son más problemáticas.

El proceso de calibración y valoración abarca tres pasos:

**Paso 1:** Seleccionar un modelo de valoración de opciones que dé una descripción razonable de los precios de la opción. Para nuestros propósitos, usaremos el modelo binomial.

**Paso 2:** Calibrar el modelo de valoración de opciones determinando qué parámetros del modelo describen mejor los precios observados de la opción. La mayoría de los parámetros del modelo, incluidos los términos del contrato y el tipo de interés libre de riesgo, son observables. La variable clave no observable es la volatilidad de los precios futuros de las materias primas. En el modelo binomial, esta es la diferencia entre el precio en sus estados superior e inferior. A la volatilidad que mejor explica los precios observados de la opción se la suele denominar **volatilidad implícita** (es decir, la volatilidad que está implícita en los precios observados de la opción).

**Paso 3:** Finalmente, sustituimos los términos del contrato de la opción que estamos intentando valorar, junto con la volatilidad implícita de las opciones observables, en el modelo binomial de valoración de opciones, y estimamos el valor de la opción.

Para ilustrar cómo puede hacerse esta calibración a los precios observados del mercado, consideremos el problema al que nos enfrentamos si queremos conocer el valor de una opción *call* sobre un barril de crudo con un vencimiento de un año y un precio de ejercicio de 52 \$. Si las opciones con precio de ejercicio de 50 \$ y 54 \$ cotizasen en bolsa, podríamos sentirnos tentados a interpolar simplemente estos valores y utilizar la media de los dos valores observados como estimación del valor de la opción: 52 \$. Sin embargo, como se muestra en el recuadro de Consejos técnicos, la relación entre los precios de ejercicio y el valor de la opción no es lineal, y tal interpolación podría dar una estimación muy pobre del valor de la opción.

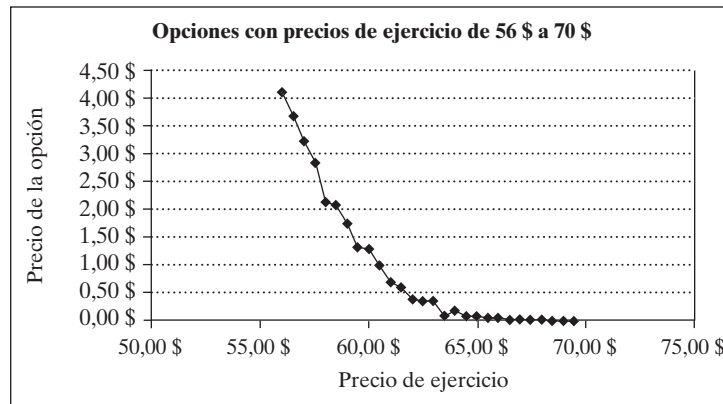
La Figura 10C.1 contiene la distribución binomial de precios utilizada para obtener el valor de esta opción. Lo que ahora queremos hacer es emplear la información reflejada en la valoración de la opción con precio de ejercicio de 56 \$ para valorar la nueva opción.

Los paneles b y c de la Figura 10C.1 describen el proceso de valoración de la opción en el modelo binomial monoperiodo de valoración de opciones. En el panel b definimos que el retorno de la opción *call* para cada uno de los dos estados de precios es 8 \$

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Valores de la opción y precios de ejercicio

Cuando intentamos valorar una opción *call* con un precio de ejercicio que no se observa en el mercado de opciones, podemos estar tentados a interpolar un precio utilizando precios de mercado observados y sus precios de ejercicio. Desafortunadamente, la interpolación (que conlleva el uso de una aproximación lineal) no funciona bien con los precios de las opciones dado que, como indica el siguiente gráfico, la relación entre los valores de la opción y los precios de ejercicio no es lineal:



Los precios de la opción representan opciones *call* sobre el petróleo crudo, con precios de ejercicio que van desde 56 \$ hasta 70 \$ en un momento en que el precio del crudo estaba alrededor de los 55 \$ por barril. La no linealidad de los precios de la opción es muy pronunciada, lo que sugiere que cualquier uso de una interpolación lineal estará lleno de errores de estimación.

[=  $\max(60 \$ - 52 \$, 0)$ ] para el estado de precio superior, y 0 \$ [=  $\max(48,90 \$ - 52 \$, 0)$ ] para el estado de precio inferior. Querriamos estimar el valor de una opción *call* con precio de ejercicio de 52 \$. No obstante, lo que podemos observar en el mercado de opciones es una opción *call* sobre el petróleo crudo con un año de vencimiento y un precio de ejercicio de 56 \$ que se vende por 1,75 \$.

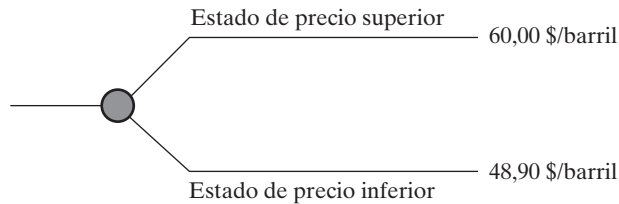
Resolviendo la volatilidad implícita, estimamos que  $\sigma = 0,10232$ . Utilizamos la volatilidad implícita para calcular la probabilidad neutral al riesgo del precio superior del petróleo como sigue:

$$P = \frac{e^r - e^{r-\sigma}}{e^{r+\sigma} - e^{r-\sigma}} = 0,4744$$

Ahora preparados para el paso 3 (véase el panel c de la Figura 10C.1) del proceso de calibración de tres pasos. Utilizando el precio de ejercicio de 52 \$ y la probabilidad neutral al riesgo de 0,4744, obtenemos una estimación del precio de la opción de 3,51 \$.

**Figura 10C.1 Utilizar el modelo binomial de valoración de opciones**

**Panel a. La distribución del precio del petróleo crudo en un año**



**Panel b. Valoración de la opción utilizando el modelo binomial de valoración de opciones**

	Precio del petróleo crudo	Retorno de la opción <i>call</i>	Probabilidad neutral al riesgo*
Estado de precio superior	60,00 \$/barril	$\text{máx} (60 \$ - 52 \$) = 8 \$$	0,4744
Estado de precio inferior	48,90 \$/barril	$\text{máx} (48,90 \$ - 52 \$) = 0 \$$	0,5256

\*El precio *forward* del petróleo crudo al final del año 1 es igual al precio actual, 50 \$, compuesto un año a la tasa libre de riesgo del 8%, es decir,  $50 \$ \times e^{0,08} = 54,17 \$$ . Las probabilidades neutrales al riesgo son las probabilidades que aplicamos tanto al estado de precio del crudo superior como al inferior para obtener una media igual al precio *forward* del petróleo crudo.

**Panel c. Calcular el valor de la opción *call***

Opción *call* (precio de ejercicio = 52 \$, 1 año hasta vencimiento)

$$= (8,00 \$ \times 0,4744 + 0,00 \$ \times 0,5256) e^{-0,08}$$

$$= 3,80 \$ \times 0,9231 = 3,51 \$$$

En este breve apéndice hemos demostrado cómo la información sobre los precios observados del mercado puede incorporarse a un modelo de valoración de opciones con el fin de calibrar un modelo que puede utilizarse para valorar opciones no cotizadas en bolsa. El sencillo ejemplo que hemos utilizado conlleva la estimación de una opción con un precio de ejercicio que no es observable en el mercado. No obstante, también podríamos haber estimado el valor de una opción con un vencimiento no representado en el mercado o incluso de una materia prima en particular para la cual no se cotizan opciones pero que está estrechamente relacionada con otra materia prima, cuyos precios de opciones sí están disponibles.



# Flexibilidad gerencial y valoración de proyectos: opciones reales

## Presentación del capítulo

Este capítulo considera proyectos de inversión en cuya implementación la dirección puede ser flexible. En concreto, se trata de casos en los que los directivos tienen flexibilidad con respecto al calendario de la implementación y a cuándo acabará. Además, consideramos opciones reales incorporadas que se presentan por sí solas antes de que una inversión se haya iniciado. Por ejemplo, un proyecto de inversión puede diseñarse para proporcionar a la dirección flexibilidad respecto a los productos que la empresa ofrece o a las materias primas que utiliza. Para valorar inversiones que se benefician de la flexibilidad de la dirección utilizamos (1) árboles de decisión en combinación con retículos binomiales, (2) una fórmula de valoración de una opción real y (3) análisis mediante simulación.

## 11.1. INTRODUCCIÓN

En la última mitad del capítulo anterior evaluamos una inversión de capital que podía caracterizarse (y valorarse) como una opción sobre una inversión financiada con deuda. Allí aprendimos que la opción de incumplir la deuda y abandonar la inversión añadía valor significativo a la inversión de capital. En este capítulo extendemos nuestro análisis para considerar las opciones que son inherentes a las oportunidades de inversión. Estas opciones, denominadas generalmente opciones reales, existen para cualquier inversión en la que los directivos tienen la potestad de decidir, que puede implicar cuestiones de tiempo, como determinar cuándo iniciar un nuevo proyecto o cuándo finalizar uno antiguo. Además, la decisión de la dirección puede tomarse sobre el modo de gestionar una inversión existente. Por ejemplo, los directores pueden responder a cambios en la demanda de productos alterando la oferta de productos, y pueden responder a cambios en los precios entrantes modificando los suministros que usan. También pueden acelerar o retardar la fabricación de productos existentes, decidir expandir las líneas de productos existentes para incorporar nuevos productos o implementar multitud de opciones que permitan a la empresa adaptarse a las circunstancias cambiantes. En consecuencia, cuando valoramos opciones reales, estamos en cierto sentido determinando el valor que

puede añadir un equipo directivo que responde de forma dinámica a un entorno cambiante.

Considérese, por ejemplo, una inversión en una explotación de cobre. Una característica importante del mineral de cobre es que no se estropea ni pierde valor cuando se deja en el terreno. En consecuencia, si el precio del cobre cae por debajo del coste de extracción, procesamiento y envío del mineral, la dirección puede elegir reducir la velocidad de la producción o detener temporalmente la explotación hasta que las condiciones del mercado mejoren. Del mismo modo, si un promotor de bienes inmuebles compra un terreno que está bien preparado para dar cabida a un edificio de oficinas, y el mercado de locales para oficinas se debilita debido a un frenazo de la economía local, el promotor puede decidir considerar otros usos para la propiedad o retrasar la construcción hasta que el mercado dé un giro. En ambos ejemplos, la flexibilidad incorporada a las oportunidades de inversión contribuye a aumentar el valor de la inversión.

En la primera mitad de este capítulo continuaremos mostrando conceptos relativos a opciones reales en el contexto de ejemplos de yacimientos petrolíferos, para lo que nos basaremos en las ideas desarrolladas en el capítulo anterior. Por ejemplo, consideraremos el caso de un yacimiento que proporciona a su dueño la opción de extraer el petróleo si su precio es alto y de no extraerlo si su precio es bajo. Continuaremos aplicando el modelo de valoración binomial introducido en el capítulo anterior.

En un entorno más realista, las opciones relevantes pueden ejercerse en múltiples fechas, lo que hace que su valoración sea bastante complicada. En estos casos, el problema de valoración se asemeja al problema de valorar una opción americana sobre acciones, que es una opción que puede ejercerse en cualquier momento antes de su fecha de vencimiento. No obstante, estas opciones reales son más difíciles de valorar que las opciones sobre acciones, porque los activos subyacentes tienen rendimientos inciertos (igual que los dividendos de una acción) y, en general, la fecha de ejercicio es incierta.

Exponemos tres enfoques para resolver los problemas relacionados con las opciones reales que es probable que aparezcan en la práctica. El primero es el retículo binomial, que es una extensión multiperiodo del modelo binomial de valoración de opciones introducido en el Capítulo 10. Aplicamos este enfoque para valorar una inversión en petróleo. El segundo enfoque utiliza una fórmula de valoración de opciones desarrollada para su uso en la valoración de opciones *call* americanas de vida infinita. Empleamos esta fórmula para valorar una inversión en bienes inmuebles y en una planta química. Finalmente, utilizamos la simulación para analizar opciones operativas que surgen cuando los productores tienen flexibilidad para elegir entre múltiples modos de actuación.

Dado que el análisis de opciones reales es relativamente nuevo, somos conscientes de una serie de errores que se cometen en su aplicación. Para ayudar a nuestros lectores a evitarlos, cerramos nuestra reflexión en torno a las opciones reales identificando algunos errores comunes que los analistas cometen a menudo. Muchos de estos errores surgen a causa de las diferencias entre las opciones sobre activos financieros (esto es, valores de renta variable) y las opciones sobre inversiones reales.

## 11.2. TIPOS DE OPCIONES REALES

Las opciones reales contribuyen a incrementar el valor de una inversión siempre que se verifiquen las siguientes dos condiciones: (1) el entorno es incierto y (2) los directivos pueden



responder a circunstancias cambiantes alterando el modo en que la inversión se implementa o gestiona. Es útil pensar en opciones reales en términos de decisiones que se toman antes de que una inversión se haya lanzado, y de decisiones que siguen disponibles para los directivos mientras supervisan las operaciones de un negocio de riesgo en funcionamiento. En cualquier caso, disponer de opciones incorporadas proporciona a la dirección la oportunidad de ejercer una discreción que puede tener un efecto importante en la valoración del proyecto.

## Opciones reales que conviene considerar antes de iniciar la inversión

Antes de iniciar una inversión, la empresa suele interesarse por los tiempos y por un diseño flexible. Intenta resolver cuestiones como las siguientes:

**Opciones de inversión por fases.** En la mayoría de los casos, y esto incluye las inversiones de capital riesgo, las inversiones se hacen por fases. Por ejemplo, puede que una empresa farmacéutica naciente invierta en investigación en la primera fase, lo que le proporciona la opción de desarrollar y comercializar un nuevo medicamento si la investigación da frutos y las condiciones del mercado son prometedoras. También es posible que después de adquirir un terreno no explotado, el dueño tenga la opción de construir un bloque de oficinas, de apartamentos, o lo que quiera que sea apropiado, según las condiciones de mercado previstas y las restricciones de urbanismo. Del mismo modo, la adquisición de un yacimiento petrolífero no explotado da al dueño la opción de explotarlo para extraer el petróleo. En cada uno de estos ejemplos podemos considerar la inversión inicial en el proyecto como el coste de una opción call para invertir en la próxima fase.

**Opciones de temporalidad.** Las opciones de temporalidad surgen cuando es posible posponer la fecha de implementación de una inversión. El beneficio de diferir una inversión procede del hecho de que el valor de una inversión es incierto y de que parte de esta incertidumbre será resuelta en el futuro.

**Opciones operativas.** El problema fundamental aquí es cómo diseñar o estructurar mejor una inversión de modo que proporcione a la empresa la flexibilidad operativa necesaria para responder a cambios en el entorno. La inversión es más valiosa si se diseña de modo que permita a la dirección tomar decisiones que puedan aprovechar las circunstancias cambiantes y las oportunidades que traen.

## Opciones reales que conviene considerar después de iniciar la inversión

Después de iniciar una inversión, la empresa suele enfrentarse a un conjunto diferente de cuestiones. En general nos referimos a ellas como “cuestiones operacionales”, y también generan una opcionalidad que puede aumentar el valor de la inversión. Algunos casos en los que las opciones reales contribuyen a aumentar el valor son:

**Opciones de crecimiento.** Este tipo de opción conlleva la oportunidad de expandir tanto la escala como el alcance de una inversión. Expandir la escala de la inversión consiste en aumentar el resultado de un proyecto específico incrementando el volumen de producción. Aumentar el alcance de una inversión incluye, por ejemplo, los proyectos que

surgen como consecuencia de proyectos anteriores. Estas opciones se llaman en ocasiones “opciones estratégicas”. A menudo se usan para justificar la inversión en proyectos que parecen tener un VAN negativo pero que abren la puerta a una serie de inversiones futuras.

**Opciones de interrupción.** Casi todos los negocios tienen tanto buenas como malas épocas. Obviamente, el negocio será más valioso si la dirección tiene flexibilidad para interrumpirlo durante épocas malas y llevarlo adelante cuando vuelve a ser rentable.

**Opciones de abandono.** Si un negocio actualmente no es rentable y tampoco se espera que lo sea en el futuro, puede que tenga sentido abandonarlo o venderlo. La decisión de abandonarlo no solo se ve influenciada por la rentabilidad actual de la inversión, sino también por la cantidad que la empresa podría recibir por el negocio si lo vendiera.

**Opciones de cambio: productos.** La capacidad de variar la oferta de productos para reflejar el valor relativo de las alternativas puede ser una fuente muy valiosa de flexibilidad para la dirección.

**Opciones de cambio: suministros.** La capacidad de alternar entre dos o más suministros (por ejemplo, materias primas) otorga a los directivos la oportunidad de minimizar los costes de abastecimiento.

Incluso un examen superficial de la lista de opciones reales detallada arriba sugiere que la mayoría de las inversiones reales contiene algún grado de opcionalidad o discreción para los directivos que diseñan, implementan y llevan a cabo la inversión. Lo cierto es que la mayoría de los proyectos de inversión no son las oportunidades estáticas que se suelen poner como ejemplo en los análisis DCF tradicionales; por tanto, es fundamental que, cuando se valoren las inversiones, se considere la flexibilidad inherente que ofrece cada oportunidad de inversión.

### 11.3. VALORAR INVERSIONES QUE CONTIENEN OPCIONES REALES INCORPORADAS

Esta sección abre nuestra reflexión sobre el análisis de las opciones reales con algunos ejemplos sencillos que proporcionan un marco de trabajo para analizar la importancia de las opciones reales en la valoración de proyectos. Nos moveremos progresivamente hacia ejemplos más complejos que muestren mejor cómo se resuelven en la práctica estos problemas de valoración. Donde sea posible, utilizaremos el procedimiento de valoración esbozado en el Capítulo 10; esto es, combinaremos opciones cotizadas en una cartera réplica que imite el rendimiento de la inversión real. En la mayoría de los casos, sin embargo, esto no será posible, y será necesario desarrollar un enfoque para valorar directamente las opciones incorporadas.

#### La opción de invertir: inversiones por etapas

En esta sección utilizamos un ejemplo de inversión en un yacimiento petrolífero que muestra el uso de opciones para valorar una inversión por etapas. En este caso concreto, la empresa adquiere una concesión en la primera etapa que le da la oportunidad de extraer petróleo en etapas posteriores, dependiendo de las condiciones de mercado. Para mostrar el

**C O N S E J O S   D E L**  
**P R O F E S I O N A L**

**La aplicación de los métodos de valoración de opciones a las inversiones energéticas: una conversación con el Doctor Vince Kaminski\***

En la industria energética utilizamos métodos de valoración de opciones principalmente para valorar activos físicos y contratos a largo plazo. En general, cualquier fuente de flexibilidad en la calidad, tiempo de entrega, etc., puede modelizarse como una opción. Más aún, cada fuente de rigidez en un contrato contiene componentes de una opción incorporada que pueden modelizarse como opciones interactivas multicapa.

Los métodos tradicionales de valoración de inversiones energéticas dependen de estimaciones de precios futuros, y estas estimaciones están sujetas a las limitaciones y a los sesgos propios de los individuos que hacen las proyecciones. En consecuencia, una ventaja del enfoque de valoración de opciones es que depende de los precios de mercado que reflejan el consenso de un gran número de *traders*. Una segunda ventaja del enfoque de opciones es que depende de algoritmos matemáticos que se desarrollaron para utilizarlos en la valoración de derivados financieros.

Un ejemplo muy común de aplicación de métodos de valoración de opciones a los activos físicos es la valoración de una central eléctrica de gas natural. Esta inversión puede verse como una cartera de opciones *spread* a corto plazo sobre la diferencia entre los precios de la electricidad y los precios del gas natural (ajustada por la eficiencia térmica, a la que se suele denominar “rendimiento térmico”, de la central). Sin embargo, hay complicaciones que deben incorporarse en la modelización de una central de este tipo. El dueño de la central se enfrenta con restricciones físicas, como costes de arranque, costes de incremento y decremento de la producción, y costes del mantenimiento necesario debido al desgaste asociado con el encendido y apagado de la central en respuesta a la demanda de electricidad. Si se ignoran estos costes, el valor estimado de la central (esto es, de las opciones *spread*) estará sesgado al alza.

Además, la aplicación de los métodos de valoración de opciones a este ejemplo conlleva valorar las instalaciones para el almacenamiento de gas natural. Los yacimientos petrolíferos agotados a menudo se utilizan para almacenar el gas natural producido durante los meses de verano. De este modo podrá venderse durante el invierno, cuando el precio del gas es más alto. En este caso, la instalación para el almacenamiento de gas crea valor como opción *spread* de tiempo. Las minas de sal pueden cumplir la misma función. Dado que el gas puede introducirse y extraerse de la mina de sal más rápidamente que de un yacimiento petrolífero agotado, este tipo de instalación proporciona la oportunidad de responder con mayor agilidad a los picos en el precio del gas<sup>1</sup>. Por ello, este último tipo de instalación para el almacenamiento se denomina a menudo “instalación de almacenamiento de picos”.

\* Vince Kaminski tiene una gran experiencia en la industria relacionada con el desarrollo de la valoración de opciones, precios y modelos de gestión del riesgo de crédito para el comercio de la energía. Ha sido director general de grupos de investigación en Citigroup Commodities (Houston, TX), Sempra Energy Trading (Stamford, CT) y Citadel Investment Group (Chicago, IL), así como director de investigación de Enron Corp (Houston, TX). Actualmente es profesor en la Jesse H. Jones Graduate School of Management, Rice University, Houston, TX.

<sup>1</sup>Aunque estas instalaciones pueden ser antiguas minas de sal abandonadas, a menudo no lo son. Tras localizar un depósito de sal en un estrato de roca relativamente impermeable, se cava un hoyo en la formación, se usa agua para disolver la sal, y se bombea la disolución en grandes cantidades para formar la instalación.

valor de esta opción de extraer petróleo ahora o en una fecha posterior, consideramos el caso de Master Drilling Company, que está considerando la compra de una concesión de

### ¿Sabía usted?

#### Texas Hold'em es un juego de opciones

Puede establecerse una gran analogía entre el juego Texas Hold'em y las opciones reales. Para ver esta conexión, vamos a revisar las instrucciones del juego. Al comienzo los jugadores reciben dos cartas boca abajo, y después hay una ronda de apuestas. Cada jugador debe decidir si iguala la apuesta más alta, lo que le da la opción de seguir jugando o retirarse en la próxima ronda, o no la iguala, con lo que está eligiendo abandonar la mano. A continuación, se vuelven tres cartas simultáneamente, y tiene lugar otra ronda de apuestas, seguida de dos cartas más en la mesa, vueltas de una en una, con una ronda de apuestas tras cada carta. Cada ronda de apuestas da a los jugadores la oportunidad de igualar o elevar la apuesta más alta o de retirarse. El ganador es el que logra la suma de cinco cartas más alta. Sin duda, el reto de Texas Hold'em consiste en decidir cuándo adquirir la opción de continuar jugando y cuándo ejercer la opción de abandonar el juego.

petróleo que cuesta 450.000 \$. El contrato proporciona a Master Drilling Company la oportunidad de explotar las reservas de petróleo de un terreno durante el próximo año (posteriormente relajaremos esta suposición y utilizaremos una concesión de dos años). Como esta concesión particular se realiza en un terreno adyacente a un yacimiento petrolífero en funcionamiento, los geólogos de la empresa están muy seguros sobre la cantidad de petróleo que se producirá. En consecuencia, la principal preocupación que tiene la dirección de Master Drilling sobre la inversión tiene que ver con el precio al que se venderá el petróleo.

#### Valorar una concesión de petróleo

Para mostrar el valor de la opción de retrasar la explotación de la propiedad, supondremos inicialmente que, mediante la compra de la concesión, la empresa se compromete a comenzar la explotación inmediatamente y a extraer el petróleo durante el siguiente año. Esto requiere un gasto inicial de 300.000 \$ y un gasto de 45 \$ por barril para cada uno de los 100.000 barriles de petróleo extraídos. La siguiente tabla resume la oportunidad de inversión:

Hoy (año 0)	Año 1
Master Drilling	Master Drilling
<b>a.</b> Compra la concesión por 450.000 \$.	<b>a.</b> Produce 100.000 barriles de petróleo a un coste de 45 \$ por barril.
<b>b.</b> Gasta 300.000 \$ en preparar el terreno para la extracción dentro de un año.	<b>b.</b> Vende el petróleo al precio predominante de mercado dentro de un año.

Además, hacemos las siguientes suposiciones respecto a la concesión de Master Drilling Company:

- El precio *forward* actual para la entrega del petróleo en un año es 50 \$/barril.
- Una opción para entregar un barril de petróleo en un año con un precio de ejercicio de 45 \$/barril se puede comprar o vender hoy por 8,50 \$/barril.
- El tipo de interés libre de riesgo es del 5%.

**Análisis tradicional (estático) DCF de la concesión.** Para evaluar la decisión de adquirir la concesión utilizando el análisis tradicional DCF, calculamos el VAN de la inversión como se expresa en la Ecuación 11.1 (suponiendo que comenzamos la explotación inmediatamente, extraemos el petróleo y vendemos los 100.000 barriles en un año):

$$VAN_{\text{Concesión de petróleo}} = \frac{\left( \frac{\text{precio esperado del petróleo por barril}_{\text{Año1}} - \text{costes de extracción por barril de petróleo}}{1 + \text{tasa de descuento ajustada al riesgo}} \right) \times \text{barriles de petróleo producido}_{\text{Año1}}}{\left( \text{costes de adquisición y explotación de la concesión de petróleo} \right)} \quad (11.1)$$

Tras sustituir los valores y estimaciones que ya conocemos queda:

$$VAN_{\text{Concesión de petróleo}} = \frac{\left( \frac{\text{precio esperado del petróleo por barril}_{\text{Año1}} - 45,00}{1 + \text{tasa de descuento ajustada al riesgo}} \right) \times 100.000 \text{ barriles}}{\left( \text{costes de adquisición y explotación de la concesión de petróleo} \right)} - 750.000$$

Por tanto, para despejar el VAN del proyecto es necesario estimar un precio esperado del petróleo crudo dentro de un año y una tasa de descuento ajustada al riesgo que sea apropiada a los riesgos de explotar la concesión.

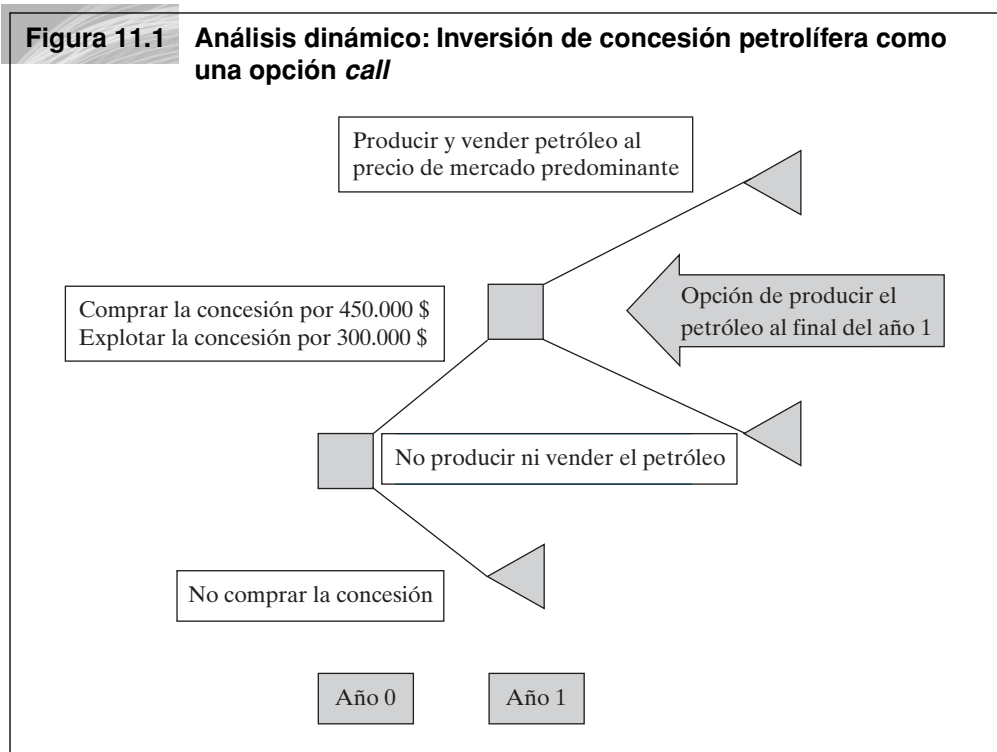
Análisis de equivalencia de certidumbre: valorar la concesión mediante el precio *forward*. Como hemos aprendido en el Capítulo 10, la concesión se puede valorar también con el enfoque de equivalencia de certidumbre utilizando el precio del petróleo *forward* observado. En concreto, para el precio del petróleo sustituimos el precio *forward*, que también es el precio equivalentemente cierto. Como el flujo de caja resultante es ahora el equivalente cierto del flujo de caja futuro con riesgo, podemos calcular su valor actual descontando con el tipo libre de riesgo como se muestra en la Ecuación 11.2, esto es,

$$VAN_{\text{Concesión de petróleo}} = \frac{\left( \frac{\text{precio forward del petróleo por barril}_{\text{Año1}} - \text{costes de extracción por barril de petróleo}}{1 + \text{tipo libre de riesgo}} \right) \times \text{barriles de petróleo producido}_{\text{Año1}}}{\left( \text{costes de adquisición y explotación de la concesión de petróleo} \right)} \quad (11.2)$$

Al sustituir el precio *forward* de petróleo en un año y el tipo de interés libre de riesgo, calculamos el VAN de explotar la concesión utilizando la Ecuación 11.2:

$$\begin{aligned} VAN_{\text{Concesión de petróleo}} &= \frac{(50,00 - 45,00) \times 100.000}{(1 + 0,05)} - 750.000 = \\ &= 476.191 - 750.000 = (273.810) \$ \end{aligned}$$

Claramente, si suponemos que Master Drilling debe comenzar de inmediato la explotación y que se compromete a la producción y venta de las reservas de petróleo al final del año 1, ¡la concesión tiene un VAN negativo! No obstante, la concesión típica no compromete a quien la adquiere a producir y vender las reservas de petróleo, sino que da al comprador el derecho, pero no la obligación, de hacerlo. En otras palabras, la concesión puede verse



como una opción *call* sobre 100.000 barriles de petróleo crudo que puede producirse a un coste de 45 \$ por barril y venderse dentro de un año.

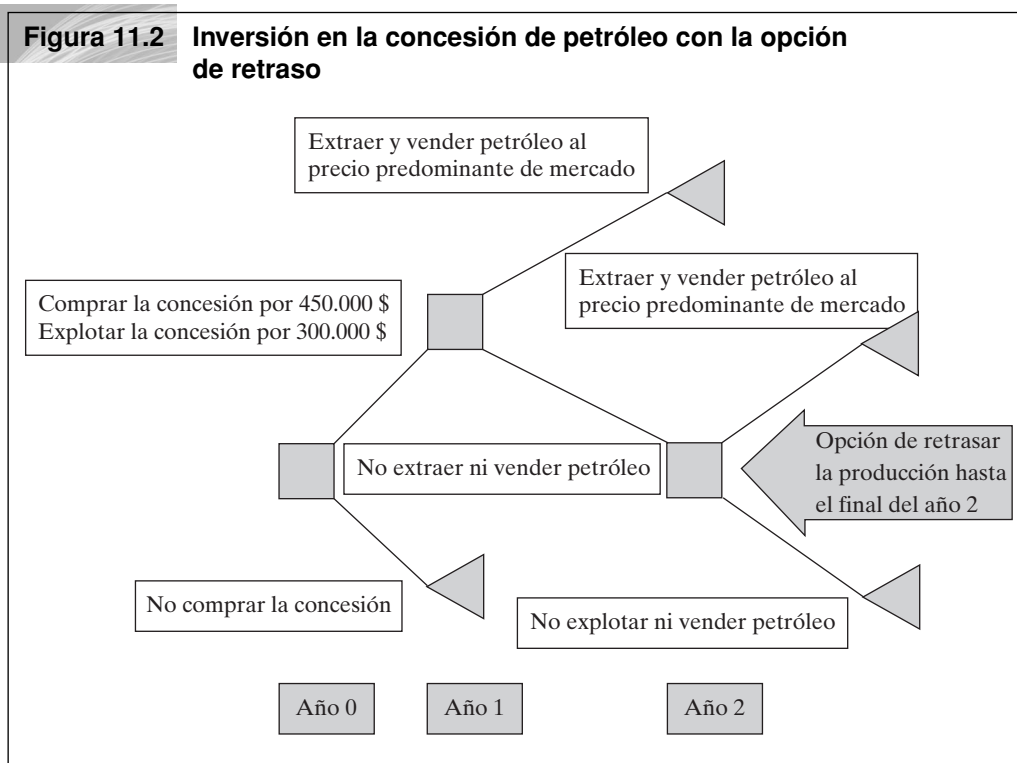
**Análisis dinámico:** valorar la concesión como una opción de producir petróleo. Hasta ahora, hemos asumido que cuando Master Drilling Company invierte para adquirir la concesión se obliga a explotar y producir las reservas del yacimiento petrolífero. Como muestra el árbol de decisión de la Figura 11.1, la empresa tiene la opción, pero no la obligación, de explotar las reservas de petróleo, y lo extraerá solo si los ingresos al venderlo superan el coste de extracción de 45 \$ por barril; en caso contrario, dejará expirar la concesión.

Supusimos antes que una opción sobre el petróleo con un precio de ejercicio de 45 \$ por barril actualmente tiene un precio de 8,50 \$ por barril. Por lo tanto, la concesión debería tener el mismo valor que 100.000 de estas opciones *call*, u 850.000 \$. El precio relativamente alto de las opciones sobre el petróleo en los mercados de derivados sugiere que los precios del petróleo son relativamente inciertos, y tener la opción de abandonar la concesión sin explotarla, o explotarla solamente cuando el precio del petróleo supera los costes de extracción, no es nada desdeñable<sup>2</sup>. Este valor excede la suma del precio de adquisición de la concesión (de 450.000 \$) más los costes iniciales de explotación (de 300.000 \$), lo que indica que adquirir la

<sup>2</sup>Utilizando la ecuación binomial de valoración de opciones presentada en el Capítulo 10, podemos evaluar precisamente cómo de volátil debe ser el precio futuro del petróleo para justificar un precio de la opción de 8,50 \$ por barril, donde el precio de ejercicio es de 45 \$ por barril. Por ejemplo, suponemos que el petróleo en un año puede tener uno de dos precios: uno "alto" de 62,85 \$ por barril o uno "bajo" de 37,15 \$ por barril.

concesión y explotar el yacimiento para una posible producción en un año (a un coste total de 750.000 \$) es una inversión con VAN positivo (VAN = 850.000 – 750.000 = 100.000 \$).

Valorar la opción de retrasar o esperar. En el ejemplo anterior analizamos el valor de la concesión como una opción de extraer el petróleo en el año siguiente o no hacerlo. Sin embargo, como en muchas otras inversiones, las concesiones de petróleo también contienen opciones temporales que permiten al dueño elegir cuándo extraerlo. Para ilustrar la opción temporal, continuamos con el ejemplo de Master Drilling Company, pero con un pequeño giro. Asumimos que la concesión da a Master Drilling dos años para explotar y producir el petróleo, y nos situamos ahora al final del primer año tras la compra de la concesión y el gasto de los 300.000 \$ requeridos para explotar el terreno. En otras palabras, la empresa está preparada para producir el petróleo al final del año 1 y debe decidir si hacerlo ahora o esperar un año, hasta el final del año 2. La oportunidad de inversión revisada se ilustra en la Figura 11.2,



Utilizando el precio *forward* de 50 \$ podemos calcular que las probabilidades neutrales al riesgo implícitas de los dos precios es para ambos de un 50% (esto es,  $50 \$ = 62,85 \$ \times \text{probabilidad neutral al riesgo del precio alto} + 37,15 \$ \times \text{probabilidad neutral al riesgo del precio bajo}$ ). El retorno de una opción sobre un barril de petróleo con un precio de ejercicio de 45 \$ es entonces o  $62,85 - 45 = 17,85 \$$  para el precio alto o 0 \$ para el precio bajo. Calculamos el valor de la opción hoy como el retorno medio ponderado por la probabilidad neutral al riesgo de la opción (esto es, su retorno equivalentemente cierto), descontado con el tipo de interés libre de riesgo:

$$\text{Valor de la opción call}_{\text{hoy}} = \frac{(17,85 \times 0,50 + 0 \times (1 - 0,50))}{(1 + 0,05)} = 8,50 \$$$

donde ahora tenemos tres decisiones, como indican los nodos de decisión (cuadrados) de la figura: (1) ¿debería la empresa comprar la concesión en el año 1 o no?; (2) si la respuesta a la primera pregunta es sí, ¿debería producir y vender las reservas de petróleo al final del año 1 o esperar hasta el final del año 2?; (3) si la respuesta a la segunda pregunta es esperar hasta el año 2 (esto es, no producir en el año 1), ¿debería producir y vender el petróleo al final del año 2 o abandonar la concesión?

Vamos a suponer que el precio del petróleo (*spot*) observado al final del año 1 es de 50 \$/barril, lo que excede el coste de 45 \$ de extraer el petróleo. Consecuentemente, la opción de perforar está “*in the money*”. Sin embargo, la dirección de Master Drilling ahora se da cuenta de que tiene una opción adicional. Pueden extraer el petróleo hoy o esperar un año más y considerar entonces si extraerlo. Si no extraen el petróleo al final de este segundo año, la concesión expirará sin valor. Además de suponer que el precio del petróleo es de 50 \$/barril, supondremos que el precio *forward* a un año (para el año 2) es también de 50 \$ y que el valor de una opción de adquirir petróleo dentro de un año (en el año 2), con un precio de ejercicio de 45 \$ aún se vende por 8,50 \$/barril.

Dado que el precio del petróleo al final del año 1 es de 50 \$/barril, extraer el petróleo inmediatamente genera 5 M\$ en ingresos. Tras restar los costes de extracción de 4,5 M\$ (45 \$/barril  $\times$  100.000 barriles de petróleo), se genera un beneficio neto de 500.000 \$. Nótese que para este cálculo no hemos considerado los 450.000 \$ de adquirir la concesión ni los 300.000 \$ gastados en explotar el yacimiento petrolífero y prepararlo para la producción. Estos gastos se hicieron en el año 0 y como tales representan costes hundidos que no influyen en la decisión de extraer. En consecuencia, la comparación relevante se establece entre el flujo de caja de 500.000 \$ de extraer el petróleo hoy y el valor descontado del flujo de caja esperado de no extraer todavía y tener la opción de hacerlo al final del año 2.

Por ahora vamos ignorar la opción asociada con la decisión de extraer en el año 2 y a considerar los beneficios equivalentemente ciertos si el dueño extrae el petróleo al final del año 2 de la concesión. Dado que el precio *forward* es de 50 \$/barril para el año 2, el beneficio equivalentemente cierto dentro de un año (al final del año 2) es el mismo que el del final del año 1, o 500.000 \$, lo que tiene un valor actual (descontado con el tipo libre de riesgo) de 476.191 \$ al final del año 1. En este caso particular, dado que el precio *spot* para el año 1 y el precio *forward* para el año 2 son iguales (ambos son 50 \$/barril), la diferencia entre el valor de extraer ahora y de extraer en el futuro surge solamente por el valor temporal del dinero<sup>3</sup>.

Vamos a considerar ahora si la incertidumbre y la flexibilidad de dejar pasar la inversión hasta más adelante incentivan la espera. Como hemos mostrado ya, si una opción de comprar petróleo en los mercados financieros está valorada en 8,50 \$ por barril, y si extraemos el petróleo en un año solo cuando los precios del petróleo exceden los costes de extracción, la concesión de petróleo vale 850.000 \$. Esto excede el valor de los 500.000 \$ materializados de la extracción inmediata. Por lo tanto, las ganancias que supone esperar para explotar el yacimiento cuando los precios del petróleo sean altos compensa con creces el efecto del valor temporal del dinero, lo que hace óptimo esperar antes de invertir.

<sup>3</sup>Debería notarse que también la pendiente de la curva *forward* proporciona un incentivo para producir ahora o esperar. Si los precios *forward* en el futuro son mucho mayores que el precio actual *spot*, esto compensa el efecto del valor temporal del dinero e incrementa el incentivo de retrasar la producción. Por ejemplo, si el precio *forward* del petróleo fuese de 55 \$/barril en lugar de 50 \$, claramente compensaría esperar.



**Tabla 11.1 Cubrir la opción de retraso con opciones *call***

	Precio del petróleo	
	45,00 \$ o menos	60,00 \$
Beneficios del proyecto por barril (= Precio/barril – costes de extracción)	0,00 \$	15,00 \$
Menos rendimiento de la <i>call</i> por barril (= Máx{precio/barril – 45 \$, 0})	0,00 \$	(15,00) \$
Precio de la <i>call</i> por barril	8,50 \$	8,50 \$
Total	8,50 \$	8,50 \$

**Cubrir el riesgo de precio de retrasar la decisión de invertir**

Puede que encuentre antiintuitivo esperar para invertir cuando el entorno es muy incierto. Después de todo, si retrasa la decisión de extraer, se enfrenta con el riesgo de un descenso del precio del petróleo que puede hacer que su concesión expire sin valor. ¿Tendría más sentido aceptar hoy una inversión segura con VAN positivo o esperar a una inversión con mayor VAN en el futuro?

Esta espera puede parecer osada cuando los riesgos del proyecto no pueden cubrirse; en ese caso, la aversión al riesgo del inversor puede ser un factor importante en el problema de decisión<sup>4</sup>. No obstante, si Master Drilling Company consigue vender opciones *call* sobre el petróleo a un precio de ejercicio de 45 \$ por barril, puede cubrir estos riesgos y asegurar los beneficios asociados con la espera para invertir. La Tabla 11.1 contiene el rendimiento por barril de petróleo asociado con mantener la opción de extraer en el próximo año y cubrir la incertidumbre vendiendo opciones *call* sobre 100.000 barriles con un precio de ejercicio de 45 \$ por barril al precio actual de mercado de 8,50 \$ por barril. Como indican los números de la tabla, la estrategia de esperar y cubrir asegura un beneficio de 8,50 \$ por barril, lo que excede el beneficio de extraer el petróleo inmediatamente.

Si el precio del petróleo cae por debajo de 45 \$ por barril, entonces ni el proyecto ni la opción *call* que la empresa vendió tienen valor. De modo similar, si el precio del petróleo aumentase hasta los 60 \$ por barril, entonces el rendimiento del proyecto sería de 60 – 45 = 15 \$ por barril, lo que de nuevo es exactamente igual al rendimiento que Master Drilling Company debe pagar a los titulares de las opciones *call* que vendió. En ambos casos, el rendimiento de la posición cubierta son simplemente los 8,50 \$ por barril que provienen de la venta de las opciones.

**Opciones más complicadas e incentivos para esperar**

El ejemplo anterior demuestra que la incertidumbre sobre el precio proporciona un incentivo a las empresas para retrasar sus inversiones. Este ejemplo es fácil de evaluar porque los

<sup>4</sup>En teoría, la aversión al riesgo no debería influir en la decisión de una empresa cotizada en bolsa. Sin embargo, en la realidad puede que los directivos aversos al riesgo no quieran retrasar inversiones con VAN positivo que tal vez necesiten abandonar en el futuro. También, como discutimos en el Capítulo 9, los temas contables pueden influenciar la decisión de retrasar una inversión.

riesgos asociados con la incertidumbre sobre el precio del petróleo pueden cubrirse, lo que da a la empresa la oportunidad de asegurar los beneficios asociados con la espera. No obstante, hay que ver la opción de retrasar la inversión con perspectiva, y darse cuenta del valor de esperar no implica que haya que cubrir los riesgos. El principio general de que el valor de la opción de esperar procede de la oportunidad de saber más sobre las perspectivas de la inversión puede aplicarse en casi todos los casos. Si sabe más, la empresa puede decidir configurar la inversión de un modo distinto o simplemente expandir o contraer la escala de la inversión a la luz de lo que aprende durante la espera.

El terreno sin explotar es un ejemplo sencillo de lo anterior: puede contemplarse como una opción para adquirir un edificio al coste de construcción. Cuando solamente puede construirse un tipo de edificio, la opción es una *call* simple, exactamente como la concesión de petróleo. Sin embargo, puede que el dueño del terreno tenga la oportunidad de construir diferentes tipos de inmuebles sobre el terreno, como bloques de apartamentos, un hotel o un edificio de oficinas. Cuando este es el caso, las opciones del inversor son algo más complicadas, más difíciles de valorar y de cubrir. No obstante, la intuición es siempre la misma: una mayor incertidumbre hace que las opciones sean más valiosas e incrementa los incentivos para retrasar la inversión. En general, cuando las opciones dan una mayor flexibilidad, son más valiosas y los beneficios de esperar son mayores. En principio, cuando el inversor tiene varias posibilidades le compensa esperar, ver cómo evoluciona la incertidumbre y asegurarse de que toma la mejor decisión.

#### ¿Las compañías retrasan de forma óptima?

Por una variedad de razones, puede que los directivos no estén tan dispuestos a retrasar el inicio de las inversiones con VAN positivo como sugiere el modelo de opciones reales. Puede que los cursos de introducción a las finanzas tengan parte de la culpa, dado que tienden a poner demasiado énfasis en la regla del VAN estático, que sugiere que las empresas deberían llevar a cabo todos los proyectos que tienen un VAN positivo. No obstante, estos mismos manuales dicen también que las inversiones con VAN positivo pueden dejarse pasar cuando existen otras inversiones mutuamente excluyentes con VAN incluso mayores.

En esencia, siempre que un inversor tiene posibilidades de elegir el momento de invertir, se crean alternativas mutuamente excluyentes. Por ejemplo, el Proyecto 1 consiste en implementar el proyecto inmediatamente, y el Proyecto 2 conlleva esperar e implementar el mismo proyecto en una fecha futura. Puede darse el caso de que el Proyecto 1 tenga un VAN positivo, pero el Proyecto 2, que requiere esperar (y por supuesto no puede implementarse si el Proyecto 1 está en marcha), puede tener un mayor VAN y por tanto ser preferible.

Deberíamos hacer hincapié también en que esta tendencia a iniciar inversiones con VAN positivo demasiado pronto, en contra de lo que especifica el modelo de opciones reales, no es necesariamente un error. Tal vez los directivos sean reacios a esperar en una inversión con VAN positivo por varias buenas razones:

1. En realidad, no es posible cubrir perfectamente la opción real vendiendo opciones financieras. Como resultado, esperar es arriesgado.
2. Puede que el inversor tenga una restricción de crédito o que se enfrente a costes de préstamo muy altos. Las restricciones de crédito pueden acelerar algunas inversiones y retardar otras. Por ejemplo, un inversor puede extraer petróleo más rápidamente de lo que lo haría en otro caso si al hacerlo consigue capital que puede destinar a inversiones con VAN positivo que no podrían financiarse de otro modo. No obstante, si acele-

rar la extracción requiere nuevo capital, entonces tener un acceso limitado a los mercados financieros para obtener el capital puede retrasar la inversión.

3. Iniciar el proyecto puede generar información de utilidad para los directores de la empresa en la evaluación de inversiones futuras. Por ejemplo, la cantidad de petróleo que se extrae puede dar información sobre la cantidad potencial de petróleo en regiones similares. En este caso, la información recogida en ejercicios anticipados proporciona información valiosa sobre perspectivas futuras. En esencia, ejercer una opción puede incrementar el valor de otras opciones.
4. Puede ser importante mostrar a los inversores externos que la empresa tiene en efecto una inversión con VAN positivo. Si los inversores externos no están tan bien informados como la dirección de la empresa, puede que sea importante que esta dé periódicamente señales de su habilidad para generar proyectos con VAN positivo. Por ejemplo, para mostrar a los inversores que tiene a los mejores geólogos, puede que sea necesario que una empresa petrolífera explote algunos de sus yacimientos. De esta manera el ejercicio anticipado puede crear valor y beneficios adicionales para la empresa y sus proyectos futuros. Si, por ejemplo, la empresa está a punto de acudir a los mercados de capitales para obtener financiación adicional, revelar información sobre las perspectivas de nuevas inversiones podría llevar a un precio de la acción mayor y a un menor coste del capital. Estos beneficios pueden eclipsar el valor perdido al retrasar el ejercicio de la opción.
5. Los directivos pueden iniciar el proyecto antes de tiempo por razones personales. Las prácticas de retribución de las empresas que premian el resultado del periodo actual (véase la exposición del Capítulo 9) pueden contener incentivos muy fuertes para los directivos a cambio de un resultado inmediato, al tiempo que penalizan inversiones a largo plazo con un impacto demasiado perjudicial sobre los resultados del periodo actual.

## La opción de abandonar

Los analistas financieros han reconocido ampliamente el valor de la opción de abandonar una inversión que no está rindiendo según lo planeado. Por ejemplo, si usted posee una fábrica de aparatos que está generando flujos de caja muy bajos, puede que sea mejor que cierre la fábrica y venda la propiedad a un promotor inmobiliario que quiera convertir el espacio en un edificio de apartamentos. Más aún, si los flujos de caja son negativos, usted puede querer abandonar la fábrica incluso aunque la propiedad no tenga un uso alternativo.

La opción de abandono tiene un componente temporal importante que va en la misma línea que la opción de retrasar que consideramos anteriormente. Igual que la teoría de opciones implica que hay un incentivo para diferir una inversión con VAN positivo, también puede que haya un incentivo para continuar operando una inversión que pierde dinero. Intuitivamente, la combinación de incertidumbre y flexibilidad debería hacer que quien toma las decisiones fuese más cauteloso cuando estas son irreversibles, como iniciar o abandonar un proyecto. La hipótesis clave que conduce a esta conclusión es que la decisión de detener permanentemente o abandonar una inversión es irreversible.

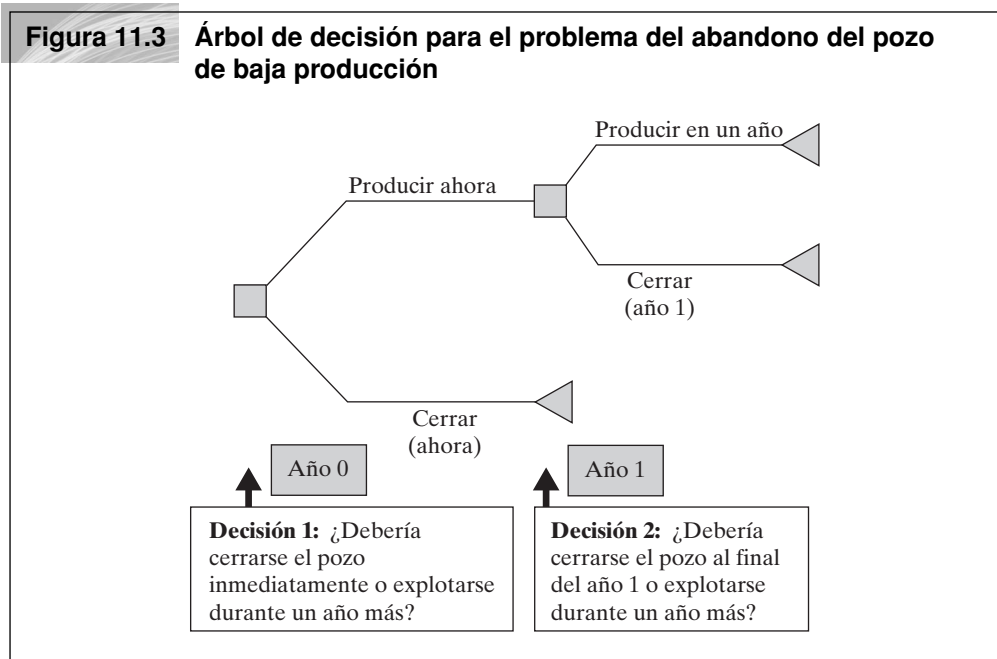
### Ejemplo del pozo de baja producción

Para ilustrar la opción de cierre o abandono, analizamos la decisión de cerrar un pozo de baja producción (*stripper well*), que es un pozo de petróleo que produce volúmenes de combustible relativamente bajos cada año y que apenas es rentable. Antes de 1998, los pozos de baja producción de Texas tenían unos volúmenes de producción anuales de 1.000 barriles

de petróleo o menos. Como estos pozos producían muy poco, sus costes operativos por barril de petróleo eran relativamente altos, lo que significa que, aunque pueden ser bastante rentables cuando los precios del petróleo son elevados, muchos dan pérdidas sustanciales cuando los precios del petróleo son bajos.

Al final de 1998 los precios del petróleo cayeron hasta situarse cerca de los 10 \$ por barril, lo que hizo que la mayoría de los pozos de baja producción de Texas dejaran de ser rentables. Por sus pérdidas operativas, en 1999 cerraron muchos pozos sin la posibilidad de ser reabiertos<sup>5</sup>. Más adelante, los precios del petróleo se incrementaron sustancialmente, lo que hizo que los pozos de baja producción que no se habían cerrado fuesen bastante rentables. A posteriori, uno puede argumentar que la decisión de cerrar los pozos al final de 1998 fue un error. Lo que necesitamos comprender aquí es si cerrarlos fue una decisión acertada, o al menos defendible, en 1999, dada la información que estaba disponible en aquel momento.

Para mostrar cómo podríamos utilizar el análisis de opciones reales para evaluar la opción de abandonar estos pozos, consideraremos un productor regional de petróleo con 100 pozos *stripper* capaz de producir 100.000 barriles durante este año y el próximo antes de agotar sus reservas. El coste de explotar los pozos y transportar el petróleo es de 14 \$ por barril, y estos pueden cerrarse ahora o al principio del próximo año. El precio actual del petróleo es de 10 \$ por barril, y el precio *forward* con entrega en un año es también de 10 \$ por barril. Sin embargo, como los precios del petróleo son extremadamente volátiles, una opción de comprar petróleo en un año con un precio de ejercicio de 14 \$ por barril se vende por 4,5 \$ hoy.



<sup>5</sup>El problema que supone parar la producción es que puede que la formación se derrumbe o que cese el flujo de petróleo. Esto significa que, a efectos prácticos, la decisión de parar la producción equivale a abandonar el pozo.

Dado el precio actual del petróleo y el precio *forward* en un año, podemos evaluar el valor actual de los 100 pozos de baja producción, suponiendo que explotaremos los pozos este año y el próximo. De nuevo consideramos un tipo libre de riesgo del 5%:

$$PV = 100.000 \text{ barriles}(10 \text{ \$/barril} - 14 \text{ \$/barril}) + \frac{100.000 \text{ barriles}(10 \text{ \$/barril} - 14 \text{ \$/barril})}{(1,05)} =$$

$$= (400.000) \$ + (380.952) \$ = (780.952) \$$$

Este análisis indica que si nuestra única alternativa es explotar el pozo durante los próximos dos años, es mejor cerrar los pozos, dado que la inversión tiene un VAN muy negativo. No obstante, si el dueño de los pozos tiene la opción de cerrarlos el próximo año si los precios del petróleo continúan siendo bajos (Figura 11.3), puede que sí tenga sentido continuar explotando los pozos este año con una pérdida de (400.000) \$, dado que cerrarlos ahora elimina la posibilidad de producir el próximo año. Si la pérdida de producir ahora es menor que el valor de la opción de producir el próximo año, tiene sentido continuar explotando los pozos.

En este ejemplo concreto, vemos que una opción de comprar petróleo a 14 \$ por barril genera el mismo flujo de caja que los pozos de petróleo de baja producción en un año. Si los precios del petróleo se recuperan y se elevan por encima de los 14 \$, los pozos producirán unos beneficios por barril iguales al precio del petróleo menos los costes de extracción, de 14 \$ por barril. Este flujo de caja neto es exactamente el mismo que el rendimiento del contrato de la opción en estas circunstancias. No obstante, si los precios del petróleo permanecen por debajo de los 14 \$ por barril, las opciones expirarán sin valor, y los pozos de petróleo se cerrarán y tampoco generarán ningún ingreso. Por lo tanto, la opción real de extraer el petróleo en el próximo año tiene el mismo valor que la opción financiera de comprar petróleo por 14 \$ por barril, que suponemos que podía haberse comprado y vendido por 4,50 \$ por barril.

En cierto sentido, al continuar produciendo durante este año, el inversor adquiere una opción para producir el próximo. Cuando los precios son muy volátiles, tener el derecho, pero no la obligación, de producir durante el año siguiente puede ser muy valioso, y esta opción puede exceder la pérdida incurrida por explotar los pozos durante el año 1. De modo que, ¿cuál es el valor de continuar explotando los pozos de baja producción? El valor total iguala la suma de los beneficios de extraer petróleo durante este año, que es un número negativo, más el valor de la opción de extraer el próximo. Nuestro análisis indica que los pozos de baja producción no deberían cerrarse porque la pérdida sufrida al explotar los pozos en el año actual está más que compensada por el valor de la opción de extraer 100.000 barriles el próximo año. Esto es:

$$\text{Valor del pozo de baja producción} = \left( \begin{array}{c} \text{valor de} \\ \text{explotar} \\ \text{en el año 0} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{valor de la opción} \\ \text{de explotar} \\ \text{en el año 1} \end{array} \right) =$$

$$= 100.000 \text{ barriles}(10 \text{ \$/barril} - 14 \text{ \$/barril}) + 4,50 \$ \times 100.000 \text{ barriles} =$$

$$= (400.000) \$ + 450.000 \$ = 50.000 \$$$

Por tanto, explotar los pozos de baja producción este año tiene un valor positivo que se deriva del hecho de que al hacerlo la empresa obtiene la opción de explotarlos el próximo año. Por ello, es mejor no cerrar los pozos.

Nótese que en el ejemplo anterior supusimos que no había un coste derivado de cerrar los pozos de baja producción inmediatamente, más allá de la pérdida de la opción de producir en el segundo año. En muchos tipos de inversión, no obstante, hay costes incurridos al cerrar o desmantelar una inversión, y estos costes son a veces tan grandes que dominan la decisión. Por ejemplo, las refinerías y plantas químicas pueden enfrentarse a grandes costes de limpieza cuando se cierran. Estos pueden ser tan masivos que la oportunidad de retrasarlos puede ser una razón principal para mantener operativa una planta antigua.

## 11.4. ANALIZAR LAS OPCIONES REALES COMO OPCIONES AMERICANAS

En la exposición previa presentamos ejemplos muy simples que incluían, como mucho, dos fechas posibles de perforación o abandono. Nuestro objetivo en esos ejemplos era desarrollar un marco de trabajo que nos ayudase a intuir cómo se resuelven estos problemas en la práctica. Desafortunadamente, no hay fórmulas simples (ni tampoco complicadas) que puedan utilizarse para problemas realistas de valoración que conlleven opciones reales. En esta sección, para facilitar una mayor comprensión sobre cómo se resuelven estos problemas en la práctica, introducimos algo más de complejidad mediante otro ejemplo basado en el petróleo que es más realista que los presentados previamente.

### Evaluar la opción de perforar de National Petroleum

National Petroleum, una pequeña compañía de exploración y producción (E&P), tiene una concesión que le da la opción de perforar en una propiedad durante un periodo de tres años. Si National perfora y encuentra petróleo, tiene la opción de extraerlo hasta que se agoten las reservas, lo que se estima que ocurra 10 años después de que se inicie la perforación. En concreto, se espera que la propiedad produzca petróleo a la tasa descrita en la Figura 11.4, donde el año 0 es el año de perforación. No obstante, si la empresa decide no perforar en el periodo asignado de tres años, la concesión y la opción de perforar expirarán.

**Figura 11.4** Volumen de producción para la concesión de National Petroleum

Año 0	0 barriles
Año 1	400.000 barriles
Año 2	300.000 barriles
Año 3	200.000 barriles
Años 4 a 10	100.000 barriles

Cubrir el riesgo de precio del petróleo

National Petroleum estima que el coste de perforar es de 38 M\$ y que los costes de extracción y entrega son de 28 \$ por barril. De nuevo, nuestro problema es asignar un valor a la concesión. Para establecer un valor de base para la propiedad, suponemos que la perforación comienza inmediatamente y que toda la producción se vende por anticipado a los precios *forward* que se encuentran en la Tabla 11.2. Esta estrategia, como aprendimos en el Capítulo 10, cubre de manera efectiva el riesgo de precio de los flujos de caja del proyecto y asegura los beneficios basados en estos precios *forward*<sup>6</sup>. Como los beneficios resultantes ahora están cubiertos (esto es, son libres de riesgo) podemos valorar el proyecto descontando los flujos de caja futuros mediante el tipo libre de riesgo del 6%.

La Tabla 11.2 muestra los precios *forward* hipotéticos para los próximos 10 años, además de los volúmenes, ingresos, costes de extracción y flujos de caja disponibles resultantes de la inversión. Hemos evaluado el VAN actual de la perforación utilizando la curva de precios *forward* para cubrir el riesgo de precio del petróleo, y hemos llegado a que el VAN es de 4.034.394 \$. Sin embargo, según los términos de la concesión, National no tiene que perforar inmediatamente. De hecho, la curva de precios *forward* puede ser tal que perforar al final del año 1 y producir en los años 2 al 11 puede resultar incluso más valioso. De modo similar, National podría iniciar la perforación al final del año 2 o incluso durante el año 3. Si

**Tabla 11.2** Cálculo de los ingresos del proyecto utilizando precios *forward* del petróleo

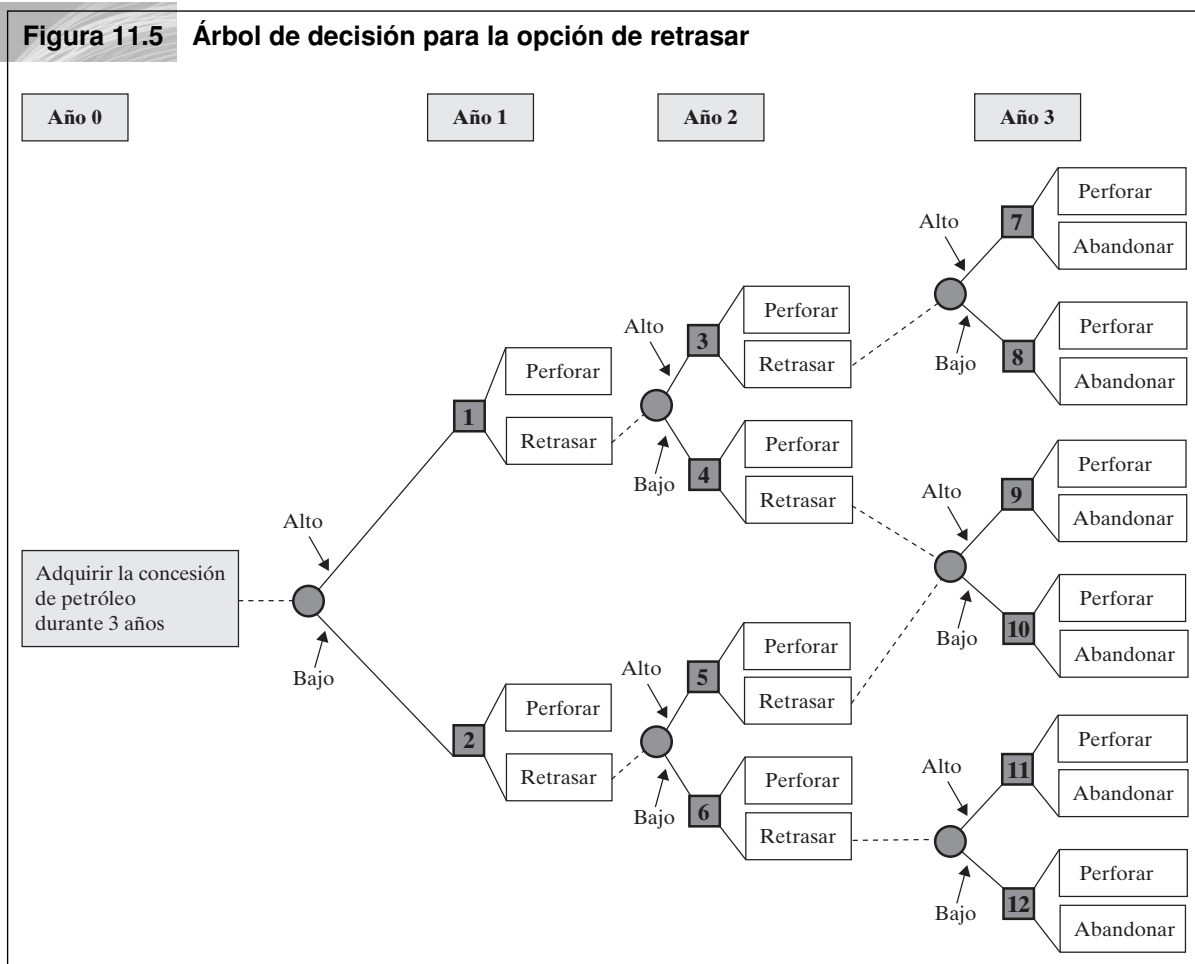
Año	Precio <i>forward</i> (\$)	Volumen (barriles)	Ingresos	Costes de extracción (\$)	Flujo de caja neto (\$)
1	59,00	400.000	23.600.000	(11.200.000)	12.400.000
2	60,00	300.000	18.000.000	(8.400.000)	9.600.000
3	61,00	200.000	12.200.000	(5.600.000)	6.600.000
4	62,00	100.000	6.200.000	(2.800.000)	3.400.000
5	62,00	100.000	6.200.000	(2.800.000)	3.400.000
6	63,00	100.000	6.300.000	(2.800.000)	3.500.000
7	63,00	100.000	6.300.000	(2.800.000)	3.500.000
8	63,00	100.000	6.300.000	(2.800.000)	3.500.000
9	63,00	100.000	6.300.000	(2.800.000)	3.500.000
10	63,00	100.000	6.300.000	(2.800.000)	3.500.000
Valor actual (6%) =	42.034.394 \$				
Costes de perforación =	<u>(38.000.000) \$</u>				
VAN =	<u><u>4.034.394 \$</u></u>				

<sup>6</sup>De nuevo, recuérdese que esto supone que sabemos la cantidad que se producirá. Esta es una advertencia importante dado que los beneficios dependen de los precios del petróleo y del volumen de petróleo producido. Así, nuestra capacidad para cubrir el riesgo asociado con nuestros beneficios depende del precio y el volumen de producción.

conocemos los precios *forward* del petróleo en los años 11 al 13, podemos utilizar la misma estrategia de cobertura para valorar la oportunidad de perforar en cada uno de estos tres años y seleccionar entonces el mejor momento para perforar. Si la curva de precios *forward* permanece plana en 63 \$ por barril durante los años 11 al 13, entonces la decisión de comenzar la perforación en cada uno de los próximos tres años produce los siguientes VAN:

Comenzar la perforación en el año	VAN (Valores actuales en el año 0)
0	4.034.394 \$
1	4.642.831 \$
2	5.024.001 \$
3	<b>5.197.453 \$</b>

Claramente, dada esta curva de precios *forward*, National no debería perforar de inmediato, puesto que la compañía puede asegurar el valor más alto comprometiéndose a perforar en tres años y cubriendo el riesgo de precio del petróleo. Nótese, no obstante, que el





análisis de arriba supone que National compromete hoy un programa de perforación que no comenzará hasta el final del año 3. En realidad, National tiene la opción de perforar al final del año 2 si elige no perforar en el año 1, así que deberíamos ver el VAN calculado arriba como una estimación muy conservadora del valor del yacimiento petrolífero. Si consideramos el hecho de que National tiene la opción de diferir la decisión de comenzar a perforar durante tres años, la concesión se vuelve todavía más valiosa.

### Considerar la opción de retrasar

La Figura 11.5 utiliza un árbol de decisión para ilustrar las opciones que National tiene disponibles durante los tres años que dura la concesión de petróleo. Este árbol de decisión tiene como base un modelo binomial (presentado en el Capítulo 10) que especifica los precios del petróleo junto con una ilustración de las decisiones que pueden tomarse. Recuerde que los círculos indican un evento aleatorio (en este caso, si el precio del petróleo será el alto o el bajo) y los cuadrados indican que debe tomarse una decisión. Por ejemplo, suponga que al final del año 1 el precio del petróleo es igual al precio alto<sup>7</sup>. La dirección de National se enfrenta entonces con el nodo de decisión 1, y tendrá que decidir si es mejor perforar o esperar hasta el año 2. Si la decisión tomada es perforar (esto es, ejercer la opción de perforar), entonces este es el final de esta rama del árbol de decisión. No obstante, si la decisión tomada es esperar hasta el año 2, seguimos la línea punteada hasta el nodo de probabilidad apropiado para el año 2, donde sabremos si el precio del petróleo es alto o bajo, lo que nos lleva a los nodos 3 y 4, respectivamente. Nótese que si National no ha ejercido su opción de explotar la propiedad al final del periodo de tres años de la concesión, en la práctica abandona la oportunidad de invertir.

Hasta ahora no hemos especificado cómo debería tomarse la decisión de perforar ahora frente a la de retrasar la perforación. Incorporar en nuestro análisis la opción de diferir la perforación hasta dentro de tres años requiere que evaluemos como sigue la oportunidad de invertir: comparamos el valor del yacimiento petrolífero hoy, menos los costes de perforación y explotación, con el valor de la opción de perforar y explotar el pozo en el futuro. Cuando el valor de la opción de perforar en el futuro excede el valor de perforar inmediatamente, es mejor esperar, y viceversa.

En este caso en particular, National Petroleum tiene la opción de perforar en cualquier momento hasta que expiren los tres años de concesión, lo que proporciona a la compañía el equivalente a una opción *call* americana sobre una acción. Esto es, National Petroleum tiene el equivalente a una opción de adquirir un pozo de petróleo en producción a un precio de ejercicio igual al coste de perforación. Para valorar la concesión, querríamos encontrar el precio de mercado de una opción cotizada que corresponda exactamente a la opción que estamos intentando valorar. Sin embargo, dado que es improbable que exista una opción cotizada en bolsa sobre un pozo de petróleo en producción cuyas características coincidan con las de nuestro yacimiento petrolífero, necesitaremos un modelo para valorar la opción. Un modelo así requiere estimaciones de varios datos clave, que son análogos a los necesarios para valorar una opción americana sobre una acción. La Tabla 11.3 resume la analogía entre el problema de la opción *call* americana y el de la opción de extraer petróleo.

Sin embargo, valorar la opción de perforar es sustancialmente más difícil que resolver un problema típico de valoración de opciones americanas sobre acciones. Esto es así fun-

<sup>7</sup>Para simplificar nuestra exposición, suponemos que las decisiones se hacen anualmente y que el paso de tiempo utilizado para definir el retículo binomial es también un año.

**Tabla 11.3 Comparación de las opciones reales con las opciones sobre acciones americanas**

Parámetros para valorar las opciones sobre acciones americanas	Contrapartidas en los yacimientos de petróleo y gas
1. Volatilidades del rendimiento de las acciones	La volatilidad del valor del yacimiento
2. Valor de la acción subyacente	El valor actual de los flujos de caja de los pozos
3. Rendimiento del dividendo	El rendimiento de conveniencia es el beneficio asociado a la propiedad física de la materia prima*
4. Fecha de vencimiento	La fecha de vencimiento de la concesión
5. Precio de ejercicio	El coste de la perforación

\*Cuando el rendimiento de conveniencia es elevado, el beneficio de poseer la materia prima hoy es mayor, lo que significa que el precio de hoy es elevado en comparación con el precio esperado. El rendimiento de conveniencia es importante porque determina la tasa esperada a la que se incrementa el valor de la materia prima, y está relacionado con la pendiente de la curva *forward* menos el tipo de interés libre de riesgo.

damentalmente porque el dato que determina el cambio esperado en el valor del pozo explotado –el rendimiento de conveniencia (la contrapartida de la rentabilidad del dividendo)– cambia de un periodo a otro conforme cambian los precios en la curva *forward*. Además, es probable que la volatilidad de los retornos de invertir en el pozo en producción varíe a lo largo del tiempo, y es difícil de estimar.

#### Valorar las opciones americanas utilizando un retículo binomial

En la práctica, los analistas utilizan frecuentemente una versión multiperiodo del modelo binomial de valoración de opciones expuesto en el Capítulo 10 para evaluar opciones reales de estilo americano. Para mostrar cómo funciona esto, aplicaremos un modelo así para la valoración de la oportunidad de inversión de perforar a la que se enfrenta National Petroleum Company. Como National tiene la opción de iniciar la perforación en cualquier momento hasta el final del periodo de tres años, el problema al que se enfrenta es valorar una opción americana a tres años.

Anteriormente estimamos que el valor de la oportunidad de perforar es de 42.034.394 \$ si la perforación comienza inmediatamente. No obstante, este valor no refleja el valor añadido que podría capturarse si la compañía ejerciera su opción de retrasar la perforación hasta un periodo posterior, cuando los precios del petróleo fuesen más favorables. Para valorar esta opción, comenzamos por construir el retículo binomial que se encuentra en la Figura 11.6. Este retículo, que se basa en los precios del petróleo descritos en el árbol de decisión de la Figura 11.5, describe los posibles valores que podría tener la oportunidad de perforar en cada uno de los próximos tres años (la vida de la opción *call* americana que deseamos valorar).

Podemos interpretar los valores de cada nodo del retículo binomial como los valores descontados de los flujos de caja futuros del proyecto con la curva *forward* de los precios del petróleo según evolucionan a lo largo del tiempo. Los valores futuros reales del yacimiento petrolífero que se especifican en el retículo binomial pueden ser un tanto arbitrarios y depender de la opinión de quien toma la decisión. Trataremos este punto con más detalle en el Apéndice, pero antes vamos a avanzar en el proceso de valoración suponiendo que conocemos el valor de explotar el yacimiento petrolífero en cada nodo del retículo binomial.

En los nodos del retículo binomial de la Figura 11.6 se enumeran cuatro valores. Nos referiremos a ellos como valoraciones 1 a 4, y representan (de arriba a abajo):

- 1. Valoración 1: El valor del yacimiento explotado.** Es el valor estimado de iniciar la explotación del yacimiento petrolífero no explotado en esta fecha, que coincide con la valoración DCF basada en la curva de precios *forward* para este periodo y en la hipótesis de que la perforación comenzará este año y la producción continuará durante el periodo de 10 años.
- 2. Valoración 2: El VAN de esperar para perforar.** Es el valor esperado del yacimiento no explotado si la opción de perforar no se ejerce en este periodo<sup>8</sup>.
- 3. Valoración 3: El VAN de perforar ahora.** Es el valor del yacimiento petrolífero si se explota en este periodo (valoración 1) menos el coste de 38 M\$ de perforar y explotar el campo.
- 4. Valoración 4: El valor del yacimiento petrolífero no explotado.** Esta valoración es análoga a la de una opción *call* americana, que es igual al máximo entre el VAN de esperar hasta el próximo periodo para perforar (valoración 2) y el VAN de perforar en el periodo actual (valoración 3).

Obtener el valor del yacimiento petrolífero no explotado. Para valorar la opción asociada con poseer el yacimiento no explotado, debemos retroceder en el retículo binomial, comenzando en el año 3 (el año en el cual expira la opción). Este procedimiento se conoce comúnmente como “remontar las ramas del árbol de decisión”. El análisis del año 3 se desarrolla como sigue: el valor de la opción de perforar en el año 3 es el máximo entre el VAN de perforar en el año 3 (esto es, el valor del yacimiento petrolífero explotado menos los costes de explotación de 38 M\$) y cero. Por ejemplo, si el valor del yacimiento explotado es de 63,98 M\$ en el año 3 (el nodo de valor más alto), entonces el valor del yacimiento petrolífero no explotado es igual a

$$\text{Máx}\{63,98 \text{ M\$} - 38 \text{ M\$}, 0\} = 25,98 \text{ M\$}.$$

En este nodo en concreto, es óptimo explotar el yacimiento; no obstante, este no es siempre el caso. Por ejemplo, si el valor del yacimiento petrolífero explotado en el año 3 fuese igual al nodo más bajo del retículo, que es 26,01 M\$, el valor del yacimiento no explotado sería cero, dado que el VAN de perforar en este nodo es negativo (esto es, 26,01 M\$ - 38 M\$ = -11,99 M\$).

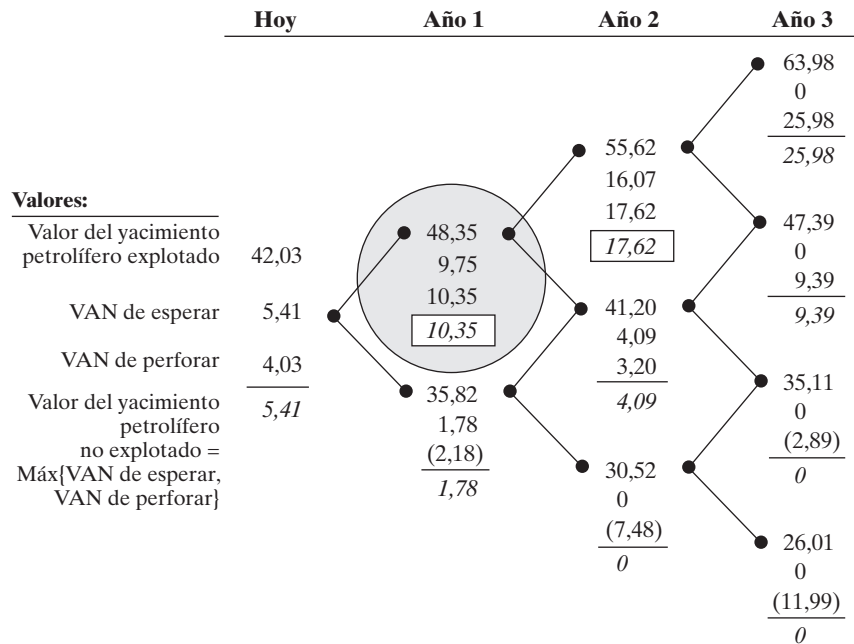
Tras evaluar todos los nodos del año 3 del retículo, ahora consideramos los nodos para el final del año 2. En el nodo de valor más alto para el año 2 el valor del yacimiento petrolífero explotado es igual a 55,62 M\$. El VAN de esperar es igual al valor actual del rendimiento<sup>9</sup> equivalentemente cierto de la opción de comenzar la perforación en el año 3, esto es:

$$\text{VAN de esperar para perforar} = e^{-0,06}[25,98 \text{ M\$} \times 0,4626 + 9,39 \text{ M\$} \times (1 - 0,4626)] = 16,07 \text{ M\$}$$

<sup>8</sup>Por ejemplo, el VAN de esperar hasta el final del año 1 es igual al valor actual del yacimiento petrolífero no explotado al final del año 1. Es decir, es el valor actual de los valores ponderados por probabilidad del yacimiento petrolífero no explotado al final del año 1, que son iguales a 10,35 M\$ o 1,7822 M\$.

<sup>9</sup>Recuérdese del Capítulo 10 que el rendimiento equivalentemente cierto de la opción es igual al rendimiento medio ponderado donde los pesos son las probabilidades neutrales al riesgo. En el retículo binomial de la Figura 11.6 las probabilidades neutrales al riesgo de precios al alza y a la baja son iguales a 0,4626 y (1 - 0,4626), respectivamente.

**Figura 11.6** Árbol binomial de los valores posibles de la oportunidad de perforación (en millones de dólares)



**Definiciones**

a. *Valor del yacimiento explotado* = valor actual de los flujos de caja futuros del yacimiento petrolífero que abarca un periodo de 10 años desde la fecha de la valoración; por ejemplo, en el nodo rodeado con un círculo al final del año 1 este valor es igual a 48,35 M\$ que coincide con el valor actual del yacimiento petrolífero si se explota al final del año 1 y es evaluado utilizando la curva de precios *forward* para el petróleo producido en los años 2 al 11. Técnicamente, este es el modo de pensar en el valor del yacimiento petrolífero si la perforación y la explotación comienzan durante el año 1. No obstante, la curva *forward* que existirá al final del año 1, donde ocurre el estado de precio alto, no es observable hoy cuando estamos realizando nuestro análisis. En consecuencia, modelizamos la distribución del precio para el valor del yacimiento petrolífero utilizando el proceso binomial descrito en el Apéndice a de este capítulo.

El VAN de perforar al final del año 2 es de 17,62 M\$, calculado como el valor de la propiedad explotada menos los 38 M\$ de coste de perforación. Dado que el VAN de perforar excede el VAN de esperar para perforar, la decisión óptima es perforar si se llega a este nodo del retículo. Por lo tanto, el valor del yacimiento petrolífero no explotado se define como sigue:

$$\begin{aligned} & \text{Valor del yacimiento petrolífero no explotado} \\ &= \text{Máx}\{\text{VAN de ejercer ahora, VAN de esperar para ejercer}\} \end{aligned}$$

Donde “ejercer” hace referencia a la iniciación de la perforación y producción del yacimiento. Al sustituir los valores apropiados necesarios para evaluar la opción en el nodo de valor más alto para el año 2,

**b. Probabilidades neutras al riesgo.** En el Capítulo 10 calculamos la probabilidad neutral al riesgo utilizando el precio *forward* del petróleo. Este método puede traducirse en el cálculo de la probabilidad neutral al riesgo del estado de precio alto ( $P$ ) utilizando la siguiente relación:

$$P = \frac{(e^{(r-\delta)} - e^{(r-\delta)-\sigma})}{(e^{(r-\delta)+\sigma} - e^{(r-\delta)-\sigma})}$$

Donde  $r$  es tipo de interés libre de riesgo,  $\delta$  es el rendimiento de conveniencia, y  $\sigma$  es la volatilidad de los rendimientos de la inversión del yacimiento petrolífero. Como se discute en el Apéndice, suponemos  $r = 6\%$ ,  $\delta = 7\%$ , y  $\sigma = 15\%$ . Estos valores implican que  $P = 0,4626$ .

**c. VAN de esperar** = valor actual de ejercer la opción de perforar en una fecha posterior; para el nodo rodeado con un círculo al final del año 1, esto es igual a 9,75 M\$. Coincide con el valor actual del valor esperado de la opción *call* en el año 2 ponderado por la probabilidad neutral al riesgo, esto es:

$$\text{VAN de esperar para perforar} = e^{-0,06}[17,62 \text{ M\$} \times 0,4626 + 4,09 \text{ M\$} \times (1 - 0,4626)] = 9,75 \text{ M\$}$$

Nótese que el rendimiento de la opción de esperar para perforar (evaluada en el nodo rodeado con un círculo al final del año 1) se basa en el máximo del VAN de esperar hasta el año 2 para decidir si perforar o no para cada nodo potencial; esto es, para el nodo de precio alto, el rendimiento de esperar hasta el año 2 es  $\text{máx}\{16,71 \text{ M\$}, 17,62 \text{ M\$}\}$ . Para el nodo de precio bajo el rendimiento de esperar es igual a  $\text{máx}\{4,09 \text{ M\$}, 3,2 \text{ M\$}\}$ . La probabilidad neutral al riesgo del estado de precio alto se definió en (b) más arriba.

**d. VAN de perforar ahora** = valor de los flujos de caja del yacimiento petrolífero explotado si la perforación tiene lugar en el periodo actual [ítem (a) más arriba] menos el coste de perforar = 10,35 M\$ para el nodo rodeado con un círculo en el año 1. Se calcula como sigue: VAN de la perforación ahora (nodo rodeado con un círculo) = Valor del yacimiento explotado (nodo rodeado con un círculo) – Coste de desarrollar el yacimiento, esto es,

$$10,35 \text{ M\$} = 48,35 \text{ M\$} - 38 \text{ M\$}$$

**e. Valor del yacimiento petrolífero no explotado** = máximo entre el VAN asociado con esperar a ejercer la opción de perforar [(c) más arriba] y el VAN de ejercer la opción en el periodo actual [(d) más arriba]. Esto es análogo al valor de una opción *call* americana sobre el valor de desarrollar el yacimiento petrolífero, es decir, 10,35 M\$ = máximo entre el VAN de esperar y el VAN de perforar ahora:

$$\begin{aligned} \text{Valor del yacimiento petrolífero no explotado} &= \text{Máx}\{e^{-0,06}[17,62 \text{ M\$} \times 0,4626 + 4,09 \text{ M\$} \times (1 - 0,4626)], \\ &\quad \{48,35 \text{ M\$} - 38 \text{ M\$}\}\} \\ &= \text{Máx}\{9,75 \text{ M\$}, 10,35 \text{ M\$}\} = 10,35 \text{ M\$} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Valor del yacimiento petrolífero no desarrollado} &= \text{Máx}\{55,62 \text{ M\$} - 38 \text{ M\$}, \\ &\quad e^{-0,06}[25,98 \text{ M\$} \times 0,4626 + 9,39 \text{ M\$} \times (1 - 0,4626)]\} \\ &= \text{Máx}\{17,62 \text{ M\$}, 16,07 \text{ M\$}\} = 17,62 \text{ M\$}. \end{aligned}$$

Nótese que cuando evaluamos la opción de esperar al final del año 1, el valor que utilizamos en el año 2 para calcular el valor equivalentemente cierto es el máximo entre el VAN del yacimiento si se explota en el año 2 (esto es, 17,62 M\$ en el ejemplo de cálculo anterior) y el valor de esperar hasta el año 3. El último es el valor actual del VAN esperado de perforar o esperar para cada uno de los dos valores de los nodos conectados al nodo más alto en el año 2. Esto es, para el nodo del valor alto en el año 3 ya determinamos que el má-

ximo de los VAN de perforar y esperar (abandonando la oportunidad, dado que la concesión expira) es perforar con un VAN de 25,98 M\$. De modo similar, si ocurre el nodo siguiente más bajo (el estado de valor bajo comparado con el nodo de valor alto en el año 2 que estamos analizando), entonces el VAN máximo para la inversión conlleva perforar y esta oportunidad tiene un VAN de 9,39 M\$.

Ahora tenemos toda la información que necesitamos para determinar la estrategia de ejercicio óptima de la opción de explotar la concesión del yacimiento petrolífero durante tres años. En concreto, al revisar el retículo binomial completo que se encuentra en la Figura 11.6, vemos que ejercer la opción inmediatamente en el año 0 tiene un VAN positivo de  $4,03 \text{ M\$} = 42,03 \text{ M\$} - 38 \text{ M\$}$ . El valor de esperar para implementar la inversión en una fecha posterior es de 5,41 M\$. Por tanto, National no debería perforar inmediatamente, sino que debería esperar hasta el final del año 1 y reevaluar. Si al final del año 1 el yacimiento petrolífero no explotado vale 48,35 M\$, será mejor ejercer la opción de perforar y explotar la propiedad. De otro modo, el valor de esperar hasta el final del año 2 vale solamente 9,75 M\$, mientras que el VAN de explotar las reservas de petróleo al final del año 1 es de 10,35 \$. No obstante, si al final del año 1 el valor del yacimiento petrolífero no explotado es igual a 35,82 M\$ (el nodo más bajo en el año 1), entonces el yacimiento no debería explotarse, porque el VAN de esperar vale 1,78 M\$ mientras que el VAN obtenido al implementar el proceso de explotar al final del año 1 es negativo (esto es,  $-2,18 \text{ M\$}$ ).

**Construir el retículo binomial del yacimiento petrolífero explotado.** En la Figura 11.6 damos las valoraciones de la inversión en el yacimiento petrolífero en cada nodo al final de los años 1, 2 y 3. En la práctica, al analista no se le darían estos valores, sino que tendría que estimarlos. Como este proceso de estimación, que se conoce como “calibración del modelo”, es bastante complejo, lo resumiremos brevemente. (La calibración se introdujo en el Apéndice C del Capítulo 10, y se expone con más detalle en el Apéndice del final de este capítulo). No ahondaremos en las especificidades del proceso de calibración aquí, ya que es donde tiene lugar la mayor parte del trabajo duro de la modelización de los precios de las materias primas y puede resultar bastante técnico.

El primer paso en el proceso de estimación es definir un árbol binomial que muestre la distribución de los precios del petróleo futuros. Dado que se tarda 10 años en explotar las reservas del yacimiento petrolífero y la producción puede no comenzar en tres años, necesitamos estimar la distribución de los precios del petróleo crudo para los próximos 13 años. La distribución de precio debería elegirse de modo que los precios futuros esperados en cada fecha sean iguales a los precios *forward* del petróleo crudo que observamos en los mercados financieros. Además, los valores descontados de los retornos de las opciones calculados en el retículo binomial deberían ser iguales a los precios de las opciones que se observan en los mercados financieros. En el próximo paso, podemos calcular el valor del yacimiento petrolífero en producción en cada nodo del árbol binomial descontando el valor de los flujos de caja que se generarán, dados los precios del petróleo obtenidos en sucesivas ramas del árbol.

Aunque esto es algo más complicado que introducir sin más los precios observados de sus contrapartidas reales en las opciones de los mercados financieros de derivados, se obtiene el mismo resultado. Al calibrar el modelo estamos utilizando de forma efectiva los precios de los mercados financieros para determinar los valores de las opciones reales.

### Fórmula de valoración de opciones reales

Dado que la fórmula de valoración de opciones de Black-Scholes es tan bien conocida y puede programarse en calculadoras científicas, existe la tentación de aplicarla a los problemas de opciones reales. En la mayoría de los casos, la fórmula de Black-Scholes es completamente inapropiada para los problemas de opciones reales porque presupone que las opciones tienen una fecha de vencimiento fija, que pueden ejercerse únicamente en la fecha de vencimiento y que la inversión subyacente no tiene reembolsos de efectivo.

En esta sección sugerimos una fórmula de valoración de opciones que consideramos mucho más apropiada para valorar opciones reales. Esta fue desarrollada por McDonald y Siegel (1986) a partir de un trabajo anterior de Samuelson y McKean (1965)<sup>10</sup>; se basa en hipótesis similares a las de la fórmula de Black-Scholes, excepto por el hecho de que supone que la inversión subyacente sí tiene reembolsos de efectivo y que la opción puede ejercerse en cualquier momento y nunca vence. En otras palabras, es una fórmula para valorar una opción americana de vida infinita. La obtención de la fórmula de valoración requiere un entendimiento del cálculo estocástico, de modo que la presentamos aquí sin entrar en más detalles.

El modelo de valoración de opciones de vida infinita se puede utilizar para valorar opciones reales del mismo modo que la fórmula de Black-Scholes se utiliza para valorar las opciones europeas (véase el Apéndice A del Capítulo 10). Aunque la fórmula parece complicada, es fácil de introducir en una hoja de cálculo y requiere relativamente pocos datos de entrada. Puede utilizarla para calcular un valor inicial de la opción real y realizar un análisis de sensibilidad para desarrollar su propia intuición sobre qué determina los valores de las opciones reales.

Bajo estas suposiciones, la siguiente ecuación describe el valor de una opción *call* americana:

$$\text{Valor de la opción real} = (V^* - I) \left( \frac{V}{V^*} \right)^\beta \tag{11.3}$$

donde cada uno de los términos se define como sigue:

- $V^*$  es el valor de la inversión subyacente que “desencadena” el ejercicio de la opción real. Nótese que esta variable es un dato de salida del modelo, en lugar de uno de entrada. El umbral ( $V^*$ ) se define como:

$$V^* = \frac{\beta}{\beta - 1} I \tag{11.4}$$

donde

$$\beta = \frac{1}{2} - \frac{r_f - \delta}{\sigma^2} + \sqrt{\left( \frac{r_f - \delta}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2r_f}{\sigma^2}} \tag{11.5}$$

<sup>10</sup>Robert L. McDonald y D. Siegel, 1986, “The Value of Waiting to Invest”, *Quarterly Journal of Economics* 101 (4), 707-727, y Paul A. Samuelson and H. P. McKean, Jr., 1965, “Rational Theory of Warrant Pricing”, *Industrial Management Review*.

## CONSEJOS TÉCNICOS

### Comparación de los modelos de valoración de opciones de Black-Scholes y de vida infinita

Como la fórmula de Black-Scholes, la fórmula del modelo de valoración de opciones de vida infinita supone que el valor del activo subyacente es impredecible y que la volatilidad de los retornos obtenidos por la inversión subyacente y el tipo de interés son fijos. Sin embargo, hay tres diferencias importantes entre las suposiciones que están en la base de uno y otro modelo:

- La primera es que el modelo de opciones de vida infinita supone que la opción no vence nunca, lo que debería contrastarse con la hipótesis de Black-Scholes de que la opción tiene una fecha de vencimiento predeterminada.
- La segunda diferencia es que la fórmula de Black-Scholes supone que la inversión subyacente no paga dividendos. En comparación, la fórmula de valoración de opciones de vida infinita tiene en cuenta el hecho de que las inversiones reales normalmente generan flujos de caja que reducen el valor de las opciones *call* emitidas sobre la inversión. No obstante, el modelo requiere que los flujos de caja de la inversión sean siempre proporcionales al valor de la inversión y que esta proporción no cambie a lo largo del tiempo.
- La última diferencia es que la fórmula de Black-Scholes supone que la opción es europea y que puede ejercerse solo en su fecha de vencimiento. En comparación, la fórmula de valoración de opciones de vida infinita de la Ecuación 11.3 supone que la opción puede ejercerse en cualquier momento (es una opción americana) y que no vence nunca.

- $I$  es el coste inicial de realizar la inversión. Así,  $V^* - I$  es el valor actual neto que provoca el ejercicio de la opción real. A esta diferencia se la conoce a veces como “VAN de corte”, dado que mide cómo de alto tiene que ser el VAN antes de que se inicie la inversión.
- $V$  es el valor actual de la inversión subyacente.
- El tipo de interés libre de riesgo es  $r_f$ .
- La rentabilidad del flujo de caja o distribución de efectivo como fracción del valor de la inversión se representa por  $\delta$ , que asumimos que permanece constante a lo largo de la vida de la inversión.
- $\sigma$  es la desviación típica o volatilidad de la tasa de rendimiento de la inversión subyacente.

Ya le advertimos de que esta fórmula parece complicada. No obstante, como en el caso del modelo de Black-Scholes, podemos aprender a utilizarla sin entender toda su complejidad matemática. Por ejemplo, a partir de esta fórmula podemos demostrar que aumentar la volatilidad incrementa los valores de las opciones reales y, además, el VAN de corte (esto es, el VAN mínimo requerido para que se desencadene la inversión). De modo similar, un incremento en la rentabilidad del flujo de caja de una inversión disminuirá el valor de la opción, dado que implica que el valor de la inversión se aprecia a una tasa más lenta.

#### Opción de desarrollo inmobiliario

Para ilustrar el uso de este modelo de valoración de opciones reales, comenzamos con un ejemplo simple que conlleva la compra de 50.000 pies cuadrados de tierra que pueden uti-



lizarse para construir un bloque de oficinas de 60.000 pies cuadrados a un coste de 10 M\$ ( $I$  en la Ecuación 11.3). En este momento no es rentable iniciar la construcción, dado que el valor actual de un edificio así es de solo 9 M\$ ( $V$  en la Ecuación 11.3); sin embargo, los edificios existentes en la zona pueden arrendarse para obtener una rentabilidad (después de impuestos y de todos los gastos) con una tasa de rendimiento del 8% para el dueño ( $d$  en la ecuación 11.5). Estos edificios tienen volatilidades (esto es, desviaciones típicas,  $\sigma$ ) de sus tasas de rendimiento anuales del 10%. El tipo libre de riesgo,  $r_f$ , se supone igual al 6%.

Nótese que, si la propiedad fuese construida hoy, tendría solamente un valor de 9 M\$, pero costaría 10 M\$ construirla, de modo que perderíamos dinero al hacerlo en este momento. Sin embargo, el terreno tiene un valor sustancial dado que da al dueño la opción de construir en el futuro; al sustituir en la Ecuación 11.3, estimamos que este valor está en torno a los 287.667 \$, esto es,

$$\begin{aligned} \text{Valor de la opción real} &= (V^* - I) \left( \frac{V}{V^*} \right)^\beta = \\ &= (11.732.501 \$ - 10.000.000 \$) \left( \frac{9.000.000 \$}{11.732.501} \right)^{6,722} = 287.667 \$ \end{aligned}$$

donde  $\beta$  se ha calculado utilizando la Ecuación 11.5 como sigue:

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{1}{2} - \frac{r_f - \delta}{\sigma^2} + \sqrt{\left( \frac{r_f - \delta}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2r_f}{\sigma^2}} \\ &= \frac{1}{2} - \frac{0,06 - 0,08}{0,01} + \sqrt{\left( \frac{0,06 - 0,08}{0,01} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2 \times 0,06}{0,01}} = 6,772 \end{aligned}$$

En consecuencia, como especulador, usted podría estar dispuesto a pagar hasta 287.667 \$ por el derecho de construir en esta propiedad.

El modelo también da información sobre lo que llamamos “detonante”, esto es, cómo de alto tiene que ser el valor para que tenga sentido comenzar la construcción. Utilizando la Ecuación 11.4,

$$V^* = \left( \frac{\beta}{\beta - 1} \right) I = \left( \frac{6,772}{6,772 - 1} \right) 10.000.000 \$ = 11.732.501 \$$$

El cálculo indica que no deberíamos iniciar la construcción hasta que el valor de la propiedad construida alcance 11.732.501 \$. Una vez que el valor de la propiedad supere este nivel, debería ejercerse la opción de construir.

### ¿Cómo afectan las variaciones en los parámetros del modelo a los valores de las opciones reales?

Es útil examinar cómo se ve afectado el valor de la opción de construir en el terreno disponible por cambios en las estimaciones de los parámetros. Por ejemplo, si la volatilidad se incrementa hasta el 15%, la opción de construir calculada utilizando la Ecuación 11.3 se incrementa hasta 669.762 \$. Si volvemos a fijar la volatilidad en el 10% pero incrementamos la

rentabilidad por dividendo al 9%, el valor de la opción de construir en el terreno disponible se reduce a 191.225 \$. Reembolsos mayores hacen que las opciones sean menos atractivas comparadas con las inversiones subyacentes, dado que cuando uno es dueño de una construcción recibe un reembolso sobre su inversión, mientras que por ser dueño de un terreno disponible (esto es, el tenedor de la opción) no se recibe nada.

### Extensiones del modelo

El modelo de valoración de opciones reales de la Ecuación 11.3 puede extenderse de diversos modos sin demasiada dificultad. Por ejemplo, supóngase que el terreno no está completamente disponible y que actualmente está siendo utilizado como aparcamiento, con unos ingresos anuales de 100.000 \$. Podemos tener en cuenta esta complicación determinando el valor del aparcamiento y añadiéndolo sin más a los costes de construcción. Por ejemplo, en el caso anterior suponíamos que los costes de construir el edificio eran de 10 M\$; para considerar la pérdida de los ingresos del aparcamiento valorados en, digamos, 1,8 M\$, simplemente incrementamos los costes de construcción a 11,8 M\$. Del mismo modo, podemos tener en cuenta los impuestos sobre el terreno, que podrían generar un coste positivo asociado con la posesión del terreno.

### Aplicar el modelo a una planta química

Ahora aplicamos el modelo a la valoración de las opciones reales asociadas con construir una planta manufacturera. Supóngase que DuPont tiene una planta de etileno que actualmente produce 10.000 toneladas de etileno al año. La planta es vieja e ineficiente, pero todavía muestra un beneficio bastante estable de 1 M\$ por año. DuPont está considerando una oportunidad de transformar esta instalación para producir dietileno, que es un producto químico sustancialmente más rentable. Los analistas de DuPont estiman que la conversión costará 90 M\$ y que el próximo año generará un flujo de caja inicial de 10 M\$. Se espera que estos beneficios se incrementen un 2% por año en el futuro inmediato, y se estima que la desviación típica de los rendimientos de la inversión es un 15% por año. Bajo la hipótesis de que estos cambios en el beneficio son aleatorios y de que la tasa de descuento es constante al 12% anual, podemos estimar el valor de la planta con un modelo simple de crecimiento, esto es:

$$\text{Valor de planta} = \frac{\text{Flujo de caja(año 1)}}{(\text{Tasa de descuento} - \text{tasa de crecimiento})} = \frac{10 \text{ M\$}}{(0,12 - 0,02)} = 100 \text{ M\$}$$

Bajo estas hipótesis, la inversión tiene un valor de 100 M\$ y una tasa de reembolso correspondiente del 10%.

Para evaluar esta oportunidad, es necesario valorar también la planta de etileno, dado que parte del coste de construir la nueva planta es el coste de oportunidad asociado con liquidar la planta antigua. Asumiremos que la planta antigua tiene un valor de 8,5 M\$, que es el valor capitalizado de los flujos de caja de la planta a un tipo de descuento del 12%, esto es,  $1 \text{ M\$} / 0,12 = 8,5 \text{ M\$}$ . El coste de oportunidad total de construir la nueva planta es igual al coste directo de 90 M\$ de convertir la planta antigua para producir el nuevo producto más el coste de oportunidad de 8,5 M\$ asociado con el cierre de la planta antigua, lo que hace un total de 98,5 M\$. En consecuencia, la nueva planta tiene un VAN de 1,5 M\$, lo que es igual al valor estimado de la nueva planta (100 M\$) menos la pérdida de oportunidad asociada con el cierre de la planta antigua y los costes de construir la nueva (98,5 M\$), es decir,  $\text{VAN} = 100 \text{ M\$} - 98,5 \text{ M\$} = 1,5 \text{ M\$}$ .

Aunque la inversión tiene un VAN positivo, es bastante pequeño comparado con el valor de la inversión (1,5%). Por tanto, podría darse el caso de que el proyecto valiese más si retrasáramos la inversión. Para analizar esta posibilidad, valoramos el proyecto utilizando la fórmula de valoración de opciones reales de la Ecuación 11.3 con los siguientes datos de entrada: el tipo libre de riesgo es 6%, la rentabilidad por dividendo es 10% y la volatilidad de la inversión subyacente es 15%. Utilizando la Ecuación 11.3, estimamos que la planta química no debería ser transformada hasta que la nueva planta tenga un valor de 120.284.902 \$. Con esta estrategia de conversión, la opción de convertir tiene un valor de 7.857.267 \$. Esto es,

$$\begin{aligned} \text{Valor de la opción real} &= (V^* - I) \left( \frac{V}{V^*} \right)^\beta = \\ &= (120.284.902 \$ - 98.500.000 \$) \left( \frac{100.000.000 \$}{120.284.902 \$} \right)^{5,5215} = 7.857.267 \$ \end{aligned}$$

donde  $\beta$  se ha calculado utilizando la Ecuación 11.5 como sigue:

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{1}{2} - \frac{r_f - \delta}{\sigma^2} + \sqrt{\left( \frac{r_f - \delta}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2r_f}{\sigma^2}} \\ &= \frac{1}{2} - \frac{0,06 - 0,10}{0,0225} + \sqrt{\left( \frac{0,06 - 0,10}{0,0225} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2 \times 0,10}{0,0225}} = 5,5215 \end{aligned}$$

de modo que

$$V^* = \left( \frac{\beta}{\beta - 1} \right) I = \left( \frac{5,5215}{5,5215 - 1} \right) 98.500.000 \$ = 120.284.902 \$$$

### Limitaciones del modelo

Es necesario que enfatizamos que este modelo hace un número importante de hipótesis, lo que afecta a la precisión de las estimaciones del valor que proporciona. Por ejemplo, el modelo de valoración supone que los tipos de interés y las volatilidades son fijos a lo largo de la vida de las opciones. Desde luego, este no será el caso en el mundo real. El modelo también requiere que los reembolsos sean un porcentaje fijo del valor de la inversión y supone que la oportunidad de inversión dura siempre o no vence nunca. No obstante, por restrictiva que pueda parecer esta última suposición, podemos modificar el modelo para adaptarlo al deterioro del valor de la opción debido a los efectos de la competencia suponiendo que el valor de la oportunidad se deteriora a una tasa fija a lo largo del tiempo (digamos 2% por año). En esencia, suponemos que la tasa de crecimiento del valor de la inversión es negativa.

## 11.5. VALORAR OPCIONES SWITCHING MEDIANTE SIMULACIÓN

Para evaluar opciones reales se utilizan tres enfoques básicos: el retículo binomial, la fórmula de opciones reales para opciones con maduración infinita y la simulación. En esta sección mostramos esta última.

**Tabla 11.4** Análisis estático DCF de las centrales energéticas con encendido de gas, gasóleo y combustión conjunta (gas o gasóleo)

Dólares	Coste del combustible/BTU <sup>a</sup>		Costes esperados del combustible <sup>b</sup>		EFCF <sup>c</sup>		
	Gas	Gasóleo	Gas	Gasóleo	Gas	Gasóleo	Conjunto <sup>e</sup>
Año			Otros gastos	Ingresos <sup>e</sup>	Gas	Gasóleo	Conjunto <sup>e</sup>
0					(50.000.000)	(50.000.000)	(55.000.000)
1	7,94	7,32	(800.000)	32.350.000	3.946.875	6.147.500	6.147.500
2	8,14	7,64	(800.000)	34.177.500	4.879.297	6.622.888	6.622.888
3	8,35	7,99	(800.000)	35.886.375	5.875.717	7.127.805	7.127.805
4	8,55	8,35	(800.000)	37.680.694	6.939.769	7.663.988	7.663.988
5	8,77	8,72	(800.000)	39.564.728	8.075.281	8.233.271	8.233.271
6	8,99	9,12	(800.000)	41.542.965	9.286.281	8.837.592	9.286.281
7	9,21	9,53	(800.000)	43.620.113	10.577.012	9.478.998	10.577.012
8	9,44	9,95	(800.000)	45.801.119	11.951.940	10.159.654	11.951.940
9	9,68	10,40	(800.000)	48.091.175	13.415.767	10.881.844	13.415.767
10	9,92	10,87	(800.000)	50.495.733	14.973.440	11.647.983	14.973.440
					<b>Gas</b>	<b>Petróleo</b>	<b>Conjunta</b>
					(503.157)	462.277	(528.142)
					TIR	9,81%	10,19%
							9,81%

<sup>a</sup>El coste esperado del combustible por BTU para el gas y el gasóleo se estima a partir de los costes actuales y de la tasa de inflación esperada. Por ejemplo, el coste actual del gas natural es de 7,75 \$ por BTU, y la tasa de inflación anticipada es del 2,5%. Así, el precio esperado del gas en un año es igual a  $7,94 \text{ \$/BTU} = 7,75 \text{ \$/BTU} \times (1 + 0,025)$ .

<sup>b</sup>El coste esperado del combustible es igual al producto del combustible total (medido en BTU) consumido por la central para producir 500.000 kWh de electricidad por el coste del combustible por BTU del gas o del gasóleo. Calculamos el combustible total requerido para producir la electricidad utilizando la tasa de calor de la central, que es diferente si la central funciona con gas natural (se supone que es 7) o con gasóleo (se supone que es 7,25). La tasa de calor es igual a la razón del combustible total consumido en BTU dividido entre el total de kWh de electricidad producidos.

<sup>c</sup>Los ingresos de la central son los mismos para cada una de las tres alternativas y se espera que crezcan a una tasa del 5% anual.

<sup>d</sup>Flujo de caja disponible = Ingresos - coste esperado del combustible - otros gastos. Suponemos que no hay impuestos ni valor residual en ninguna de las tres alternativas.

<sup>e</sup>El coste del combustible incorporado en el cálculo del flujo de caja disponible esperado para la central de combustión conjunta es igual al menor entre el coste esperado del combustible utilizando gas natural y gasóleo para cada año.

<sup>f</sup>El valor actual neto se calcula utilizando un 10% de coste de capital para cada alternativa.

La simulación se utiliza comúnmente para resolver problemas de opciones reales muy complejos y con múltiples fuentes de incertidumbre que interactúan. Para mostrar cómo puede aplicarse, consideraremos la valoración de una inversión con una opción *switching* que da al directivo flexibilidad para modificar las operaciones conforme cambian las condiciones económicas. Por ejemplo, en respuesta a cambios en la demanda de sus productos, la alta dirección generalmente tiene flexibilidad para acelerar o retrasar la producción, así como para cambiar la oferta de productos que generan y venden. Además, si el coste de los suministros varía a lo largo del tiempo, a menudo los directivos pueden cambiar a uno alternativo de menor coste.

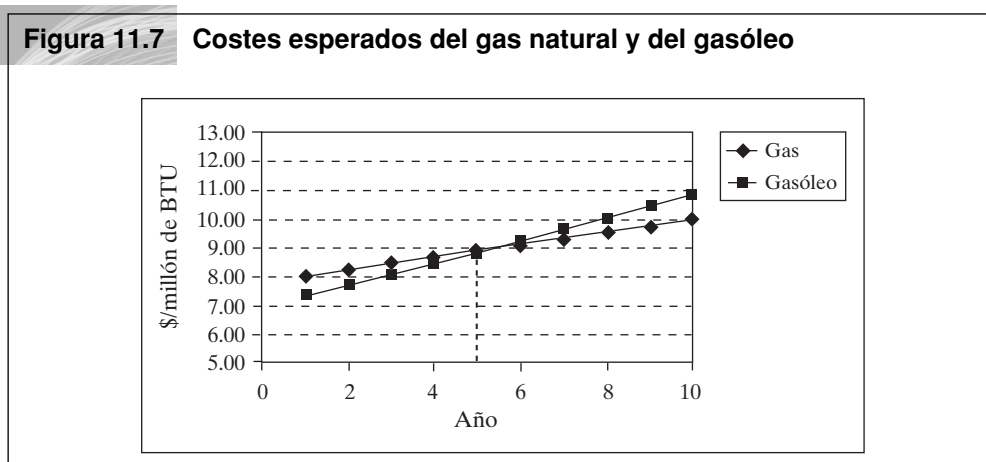
El tipo de opciones *switching* en el que nos centramos en esta sección es el de sustituir un suministro por otro; en concreto, la opción de cambiar entre gas natural y gasóleo para abastecer una central de energía eléctrica. Otra forma de opciones *switching* es la de intercambiar un producto por otro. Por ejemplo, una planta manufacturera de juguetes que produce peluches podría cambiar de ositos a leones en respuesta a la variación de la demanda. Diseñar una fábrica de modo que se puedan realizar este tipo de cambios puede ser costoso, de modo que es importante valorar la opción de cambiar.

### La opción de intercambiar suministros

Para mostrar el valor derivado de las opciones *switching*, tomamos como ejemplo la compañía CalTex Power, que está considerando la instalación de una gran central eléctrica y está evaluando tres tecnologías alternativas: una central de combustión de gas natural, una de gasóleo o una de combustión conjunta, que tiene la capacidad de cambiar entre gasóleo y gas natural dependiendo de cuál sea la fuente de energía más barata. Construir la central de gas o la de gasóleo cuesta 50 M\$, mientras que la central de combustión conjunta cuesta 55 M\$.

Las tres centrales pueden producir la misma cantidad de electricidad y se espera que funcionen a pleno rendimiento todos y cada uno de sus 10 años de vida. La Tabla 11.4 resume los ingresos y costes esperados de poner en funcionamiento las tres alternativas. Para simplificar el análisis, suponemos lo siguiente:

- Los ingresos de la central son iguales a 32.550.000 \$ en el año 1 y crecen a una tasa del 5% anual.



- Las tecnologías de las tres centrales incurren en dos costes operativos: costes de combustible y gastos operativos fijos.
- No hay costes asociados con cambiar de combustible en la central de combustión conjunta<sup>11</sup>. Además, los costes de los dos combustibles cambian solo una vez al año, al final de cada año.
- El valor actual del gas natural es de 7,75 \$ por millón de BTU, y se espera que este coste se eleve a una tasa del 2,5% anual. El precio del gasóleo es actualmente de 7 \$ por millón de BTU, y se espera que crezca a una tasa del 4,5% anual<sup>12</sup>.
- No hay impuesto sobre los ingresos.
- Se supone que las centrales no tienen valores residuales al final del año 10.

La pregunta que abordaremos es si el coste añadido de la central de combustión conjunta vale la pena. De modo muy simple, ¿la opción de alternar fuentes de combustible vale los 5 M\$ que cuesta?

#### Análisis estático del VAN de las alternativas de la central

Tradicionalmente, el análisis DCF calcula y descuenta los flujos de caja que surgen, dado un escenario del resultado esperado. Nos referimos a esto como el **análisis estático DCF**. Los resultados del análisis estático se presentan en la Tabla 11.4 para cada una de las tres alternativas de centrales energéticas. Este análisis es estático en el sentido de que supone que la elección del gasóleo frente al gas para la central de combustión conjunta se determina *a priori* según el escenario más probable o, de forma equivalente, el coste esperado del combustible en cada fecha futura. Como mostramos en la Figura 11.7, el coste esperado del gasóleo es menor que el del gas para los años 1 al 5, pero entonces se eleva por encima de este, lo que dispara un cambio del gasóleo al gas natural en el año 6.

Aunque los flujos de caja de estas centrales no tienen necesariamente el mismo riesgo, y el riesgo de la central de combustión conjunta puede cambiar a lo largo del tiempo según cambia el combustible preferido, inicialmente valoraremos estas centrales suponiendo una tasa de descuento constante del 10%. Como mostramos en la Tabla 11.4, con este descuento y los flujos de caja supuestos, la central de gasóleo es la alternativa preferida y la central de combustión conjunta tiene un VAN negativo. En función de este análisis estático, parece que la central de combustión conjunta no ofrece suficiente ahorro de coste de combustible esperado para justificar el gasto de 5 M\$ adicionales.

Sin embargo, nuestro análisis estático del VAN ignora una ventaja importante de la central de combustión conjunta: supone que el combustible entrante está predeterminado en función del coste esperado de los combustibles alternativos y, por tanto, ignora la posibilidad de que la dirección pueda alterar su elección de combustible a lo largo de la vida de la central de combustión conjunta, utilizando gas en aquellos años en los que el gas es más barato y gasóleo en aquellos en los que este ofrece la mejor alternativa. Dado que los costes del gas natural y del gasóleo son inciertos, la flexibilidad de responder a las condiciones futuras del mercado constituye un beneficio que no puede conocerse en el momento del

<sup>11</sup>En la práctica, a menudo hay costes de instalación o modificaciones que determinarán la disposición de una empresa para cambiar de un modo de operación a otro.

<sup>12</sup>Nótese que los precios del gas natural y del gasóleo se han estandarizado en términos del coste por millón de BTU (British Thermal Unit, equivalente a 1.055,05585 julios) de la energía que se espera que produzcan. Esto nos permite comparar los costes de las dos fuentes de combustible en términos de una unidad común que puede relacionarse directamente con la producción de energía eléctrica.

análisis. Como demostramos más adelante, el valor de esta flexibilidad puede estimarse con un modelo de simulación que incorpore los efectos dinámicos de tener la opción de cambiar de fuente de combustible para minimizar su coste.

**Análisis dinámico: valorar la opción de cambiar de fuente de combustible**

En nuestro análisis estático, establecimos que se prefiere la central de combustión de gasóleo a la de gas natural. Ahora debemos determinar si merece la pena añadir la opción de cambiar entre gasóleo y gas natural utilizando la central de combustión conjunta. Por lo tanto, queremos valorar el ahorro de coste de combustible del que se beneficiaría el dueño de la central de combustión conjunta en comparación con el de la central de combustión de gasóleo.

Modelizar los precios futuros del gasóleo y del gas natural. Aunque este problema es un tanto más difícil de resolver que los que hemos descrito hasta ahora, el proceso general es muy similar. La idea básica es especificar un proceso de precio para las materias primas que constituyen el eje del valor de los proyectos. En este caso, tenemos dos ejes de valoración: los precios del gas natural y los del gasóleo por BTU, de modo que debemos especificar un proceso de precio para ambas materias primas. Con esto nos referimos al proceso

que describe sus volatilidades y cómo estas volatilidades cambian a lo largo del tiempo. Hasta ahora hemos supuesto que las materias primas son como acciones y siguen un paseo aleatorio, lo que significa que las variaciones de precio en cualquier periodo de tiempo dado son independientes de las variaciones de precio anteriores. Esta suposición simplifica los problemas de valoración de opciones, pero para la mayoría de las materias primas no es realista. Habitualmente se supone que los precios de las materias primas tienen reversión a la media, es decir, si los precios se incrementan mucho en un año, es muy probable que caigan al año siguiente. En el recuadro de Consejos técnicos titulado

**¿Sabía usted?**

**Orígenes del movimiento browniano**

Se cree que el científico escocés Robert Brown identificó el fenómeno al que nosotros nos referimos como “movimiento browniano” mientras estudiaba el comportamiento aleatorio de partículas de polen suspendidas en el agua. Muchos años después, Albert Einstein desarrolló las propiedades matemáticas del movimiento browniano que se usan comúnmente hoy día.

Sin embargo, la triste realidad es que Louis Bachelier (1870-1946) anticipó en su tesis de 1900, *Théorie de la Spéculation* (y en trabajos sucesivos, especialmente de 1906 y 1913), las ideas que se encuentran tras el paseo aleatorio de los precios del mercado financiero, el movimiento browniano y las martingalas (¡todo antes que Einstein y Wiener!). No obstante, su inventiva no fue apreciada hasta que se re-descubrió en los años sesenta.

(<http://cepa.newschool.edu/het/profiles/bachelier.htm>)

“Modelizar los precios del gas natural utilizando un movimiento geométrico browniano y reversión a la media” ofreceremos más detalles sobre los procesos de precio que los analistas usan para describir los precios del gasóleo, del gas y de otras materias primas.

Vamos a utilizar de nuevo los precios observados en los mercados financieros para valorar la opción de cambiar entre el gas natural y el gasóleo. En este caso, sin embargo, no podemos introducir sin más los precios de los instrumentos derivados cotizados; debemos en primer lugar especificar un proceso de precio para el gas natural y el gasóleo, y calibrar entonces el proceso de modo que genere valores para los precios observados del *forward* y la opción que sean consistentes con los precios observados en los mercados financieros. No

**C O N S E J O S**  
**T É C N I C O S**

**Modelizar los precios del gas natural  
utilizando el movimiento geométrico  
browniano y la reversión a la media**

Se ha comparado al movimiento browniano sin reversión a la media con el camino que podría hacer un borracho para llegar a casa tras una noche en la ciudad. Podemos pensar en el camino recorrido por los pasos tambaleantes del hombre borracho según vaga hacia casa como una representación del movimiento browniano. A causa de esta analogía, el movimiento browniano se conoce a veces como paseo aleatorio.

Considere ahora la posibilidad de que el hombre borracho lleve al bar a su perro fiel, Sparky. Como Sparky no bebe, puede guiar a su dueño a casa. Con Sparky para guiarlo, el hombre se tambalea sin rumbo hasta que la correa del perro tira de él hacia el camino directo tomado por Sparky. El camino del hombre borracho mientras se tambalea tras la guía de Sparky es una analogía del movimiento browniano con reversión a la media. La correa, como la reversión a la media, evita que el hombre borracho se aleje demasiado del camino a casa.

Los precios de las acciones se modelizan generalmente como movimientos brownianos sin reversión a la media, esto es, como un paseo aleatorio. Sin embargo, los precios de una materia prima, como el gas natural, suelen modelizarse como movimientos brownianos con reversión a la media, lo que significa que si los precios se alejan demasiado de un precio de equilibrio a largo plazo, tienden a gravitar hacia ese precio, que frecuentemente viene determinado por el coste de producción y el nivel de la demanda.

Podemos expresar matemáticamente este proceso de precio en la Ecuación 11.6, que define el precio del gas natural al final del año 1,  $P_{Gas}(1)$ , como la suma del precio observado del gas natural hoy,  $P_{Gas}(0)$ , más la variación del precio del gas durante el año que viene,  $\Delta P_{Gas}(1)$ :

$$P_{Gas}(1) = P_{Gas}(0) + \Delta P_{Gas}(1) \quad (11.6)$$

A continuación, en un proceso de movimiento geométrico browniano con reversión a la media,  $\Delta P_{Gas}(1)$  se puede definir por la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \Delta P_{Gas}(1) &= P_{Gas}(0)[\text{componente predecible } (\mu) + \text{componente impredecible } (\sigma_{Gas} \epsilon)] \\ \Delta P_{Gas}(1) &= P_{Gas}(0)[\mu + \sigma_{Gas} \epsilon] \end{aligned} \quad (11.7)$$

donde el componente predecible  $\mu = \alpha_{Gas} [\ln(L) - \ln(P_{Gas}(0))]$  y  $\alpha_{Gas}$  es la tasa a la que los precios del gas reversionan al precio medio,  $L_{Gas}$ . Por ejemplo, una tasa de reversión de 2 sugeriría que los precios reversionarían al precio medio en medio periodo (seis meses en nuestro ejemplo). El componente impredecible se describe por  $\epsilon$ , que es una variable aleatoria normal con media cero y desviación típica uno, y  $\sigma_{Gas}$ , que representa la volatilidad del logaritmo de las variaciones del precio del gas natural. El componente impredecible es la fuente de aleatoriedad en el camino del precio.

Al sustituir la Ecuación 11.7 en la Ecuación 11.6, vemos que el precio del gas para el próximo año es

$$P_{Gas}(1) = P_{Gas}(0)[1 + \alpha_{Gas} [\ln(L) - \ln(P_{Gas}(0))] + \sigma_{Gas} \epsilon] \quad (11.8)$$



daremos detalles técnicos sobre el proceso de calibración, pero supondremos que gracias a él llegamos al siguiente conjunto de estimaciones de parámetros:

	Tasa de reversión en precios*	Precio de reversión a la media = precio <i>forward</i> **	Desviación típica de las variaciones de precio
Gas natural	1,0	7,75 \$/BTU	30%
Gasóleo	0,6	7,00 \$/BTU	20%

\*Las estimaciones históricas de la tasa de reversión a la media para el gas natural han sido más rápidas que para los precios del gasóleo.

\*\*Este es también el precio inicial de cada materia prima en el periodo actual (año 0).

Queda un atributo por estimar: como tenemos dos precios de materias primas (gas natural y gasóleo) que tener en cuenta al valorar la opción *switching*, también es necesario que estimemos la correlación entre los precios del gas natural y del gasóleo por BTU. Si los precios del gas natural y del gasóleo están muy altamente correlados, la opción de cambio será menos valiosa. De forma intuitiva, la ganancia de cambiar es mucho menor si es probable que los precios del gasóleo sean altos siempre que los precios del gas natural son altos. Como el gasóleo y el gas natural son sustitutos frecuentes, es probable que una alta demanda de uno haga presión sobre el precio del otro, lo que puede hacer que las dos materias primas estén positivamente correlacionadas. No obstante, la correlación no es particularmente alta, y para nuestros fines suponemos que será de 0,25.

De nuevo debemos hacer notar que como el proceso de precio simulado ha sido calibrado utilizando precios de derivados, los precios resultantes que estimamos mediante la Ecuación 11.7 no son los precios esperados reales, sino los precios esperados ajustados al riesgo o precios equivalentemente ciertos. En consecuencia, los flujos de caja esperados que calculamos del proceso de precio calibrado son flujos de caja equivalentemente ciertos, que pueden valorarse descontándolos al tipo libre de riesgo.

Valorar la opción de flexibilidad utilizando la simulación. En este punto hemos hecho todas las suposiciones y predicciones que necesitamos para caracterizar los precios futuros del gas natural y del gasóleo y estamos listos para valorar la opción de alternar las dos fuentes de combustible. Para calcular el valor de esta opción de flexibilidad, utilizamos el proceso de simulación que expusimos en el Capítulo 3. Este proceso requiere los siguientes tres pasos:

- **Paso 1:** Identificar las fuentes de incertidumbre, caracterizar la incertidumbre utilizando una distribución de probabilidad apropiada y estimar los parámetros de cada distribución. En este punto las fuentes de incertidumbre asociadas con el valor de la opción de cambiar de fuente de combustible son los costes del gas natural y del gasóleo para cada uno de los próximos 10 años. Hemos modelizado los precios del gas natural y del gasóleo por BTU utilizando la Ecuación 11.6.

**¿Sabía usted?**

**¿Qué es un proceso de Wiener?**

La extensión del movimiento browniano definida en la Ecuación 11.7 se conoce a menudo como “proceso de Wiener”, así nombrado en honor al matemático estadounidense Norbert Wiener (1894-1964).

- **Paso 2:** Definir la medida resumen que estamos intentando estimar. En este punto, nuestro objetivo es evaluar el valor actual del ahorro esperado en el coste de combustible para los años 1 al 10 si se construye la central de combustión conjunta.
- **Paso 3:** Lanzar la simulación. Utilizamos 10.000 iteraciones o intentos en la simulación de precios del combustible. Las iteraciones comienzan con el coste del combustible por BTU observado en el año 0. Entonces se simula el cambio en el precio utilizando la Ecuación 11.7 (una para el gas natural y otra para el gasóleo) y se añade al coste/BTU del año 0 para obtener el precio simulado para el año 1. El proceso se repite para obtener precios de combustible para los años 2 al 10. Los precios simulados del gas y del gasóleo forman dos caminos del precio, uno para cada uno de los combustibles. Repetimos este proceso un total de 10.000 veces para formar 10.000 caminos de precios para el gasóleo y, del mismo modo, 10.000 caminos de precios para el gas natural. Estos costes simulados del gas y del gasóleo por BTU se utilizan entonces para calcular el ahorro anual en coste del combustible que obtiene la central de combustión conjunta. Como estamos analizando el valor de la central de combustión conjunta

**Tabla 11.5** Análisis dinámico de la opción de cambiar de combustible: comparación entre la central de combustión de gasóleo y la central de combustión conjunta

Panel a. Ahorros anuales esperados equivalentemente ciertos de coste de combustible	
Año	Ahorros de combustible medios anuales (\$)
1	2.518.650
2	3.215.166
3	3.180.391
4	3.094.741
5	3.138.945
6	3.121.089
7	3.038.148
8	3.012.766
9	3.001.547
10	2.972.366
Tipo libre de riesgo	6,0%
Valor de la opción <i>switching</i> (ahorros de combustible)	22.252.213 \$
Menos: coste de la opción	(5.000.000)
VAN (opción <i>switching</i> )	<u>17.252.213 \$</u>

Estos ahorros corresponden a las ventajas de tener la opción de alternar las fuentes de combustible, por oposición a la central de combustión de gasóleo. Se determinó que esta última era mejor alternativa cuando se compararon las centrales de combustión de gas natural y de gasóleo.

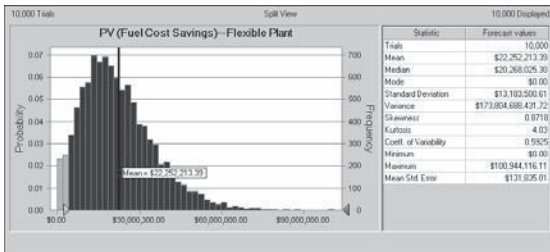
comparado con el de la planta de gasóleo, la opción de flexibilidad genera ahorros solo cuando el coste del gas natural cae por debajo del precio del gasóleo.

Una vez que hemos identificado las distribuciones del ahorro de costes del combustible con la simulación, calculamos el valor de este ahorro anual esperado descontándolo con el tipo libre de riesgo del 6%.

La columna titulada “Ahorro medio anual de combustible” en el panel a de la Tabla 11.5 contiene el los ahorros anuales medios de flujos de caja que se espera que la central de combustión conjunta obtenga si siempre elige la fuente de combustible de menor coste. Descontando estos ahorros al momento actual utilizando el tipo de interés libre de riesgo se obtiene un valor de 22.252.213 \$, que cuando se compara con los 5 M\$ de coste añadido de construir la central de combustión conjunta, arroja un VAN de 17.252.213 \$. Según este análisis, CalTex debería optar por la tecnología de la central de combustión conjunta.

El panel b de la Tabla 11.5 contiene un histograma de los valores generados de cada una de las simulaciones para la opción de flexibilidad. No nos adentraremos aquí en un

**Panel b. Distribución de valores de la opción de flexibilidad (resultados de Crystal Ball)**

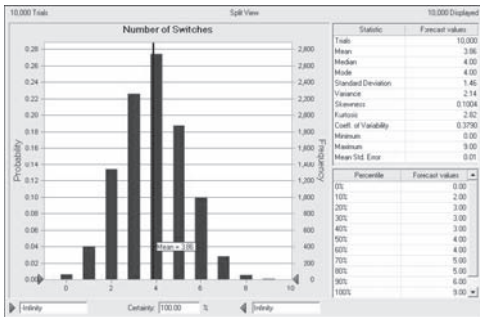


VA (ahorros del coste de combustible) = valor actual del coste del consumo de combustible reducido gracias al cambio a la fuente de menor coste.

Ahorros del coste de combustible = diferencia en el coste total anual de combustible (gasóleo y gas natural), donde el gas natural es más barato que el gasóleo.

Nivel de confianza = porcentaje de las 10.000 iteraciones en las que el valor actual de los ahorros del coste de combustible excede el coste añadido de 5 M\$ de la central de combustión conjunta.

**Panel c. Distribución del número de cambios a lo largo de 10 años (resultados de Crystal Ball)**



*Definiciones:*

- Se cambia de combustible siempre que el cambio reduzca el coste del combustible.
- El número de cambios es el número de veces que se cambia de combustible a lo largo de los 10 años de vida de la central.

análisis completo de sensibilidad utilizando la distribución simulada (véase el Capítulo 3), pero sí señalaremos que el valor descontado de los flujos simulados asociados con la opción *switching* era mayor o igual que la inversión adicional de 5 M\$ en el 94,88% de las iteraciones de la simulación.

## 11.6. ERRORES COMUNES EN LA VALORACIÓN DE OPCIONES REALES

Las opciones reales, en general, son mucho más difíciles de valorar que las opciones sobre acciones y otras opciones sobre derechos financieros. Quizá la diferencia más obvia entre las opciones reales y las financieras es el hecho de que los valores de las opciones reales a menudo vienen determinados por los valores de otros activos que no cotizan activamente. Por ejemplo, al contrario que una acción, que podría cotizarse cada minuto, las fábricas, edificios y otros activos reales raramente se compran y venden. Este hecho hace que sea difícil estimar cómo se distribuyen sus rendimientos y hace imposible cubrir el riesgo asociado con la opción real mediante la compra o venta del activo subyacente.

Una segunda diferencia entre las opciones reales y las financieras es que la decisión de ejercer o no la opción es mucho más complicada en el caso de las primeras. Con una opción sobre una acción, tan solo decidimos si comprar o no la acción a un precio determinado. Para las opciones reales, las decisiones pueden ser mucho más complicadas. Por ejemplo, el dueño de un terreno debe decidir algo más que si construye o no: debe elegir qué construir y cómo de rápido hacerlo. Además, debe considerar el efecto de los costes cambiantes de la construcción (esto es, un precio de ejercicio incierto) y la incertidumbre sobre el valor del edificio. Por ejemplo, puede que el promotor quiera diseñar el edificio de modo que pueda ser ampliado fácilmente y se acomode al potencial crecimiento de la demanda en un futuro.

Dadas las dificultades asociadas con la valoración de opciones reales, no es sorprendente la facilidad con la que se cometen errores en el proceso de valoración. Algunos de los errores más comunes son los siguientes, que discutiremos en lo que queda de capítulo:

1. Intentar encajar el problema en el modelo de Black-Scholes.
2. Utilizar la volatilidad de una materia prima en lugar de la volatilidad de la inversión subyacente para valorar una inversión en recursos naturales.
3. Suponer que el precio de ejercicio de la opción real es fijo.
4. Sobreestimar la flexibilidad.
5. Considerar dos veces el mismo riesgo.
6. Desconocer cómo afectan las alternativas de inversión a la volatilidad del precio.
7. Abusar del análisis de opciones reales para justificar “inversiones estratégicas”.

### Intentar encajar el problema en el modelo de Black-Scholes

Se da una tendencia natural a utilizar la fórmula financiera de Black-Scholes incluso cuando las hipótesis subyacentes sobre las que los modelos fueron desarrollados no son consistentes con la realidad que se estudia. Esta tendencia ha llevado a muchos analistas a “forzar” el uso de la fórmula de valoración de opciones de Black-Scholes en problemas de opciones reales en los que el modelo no es ni remotamente apropiado.

Para hacernos una idea de los problemas que surgen cuando se aplica la fórmula de Black-Scholes, consideremos algunas de sus hipótesis: (1) la opción puede ejercerse solo a

vencimiento, (2) el rendimiento de la opción está sujeto solo al valor de una inversión de riesgo subyacente, (3) la inversión subyacente no genera flujos de caja a lo largo de la vida de la opción, (4) el precio de mercado de la inversión es observable y el proceso que sigue a lo largo del tiempo es conocido y (5) el precio de ejercicio de la opción es una constante conocida. Tras reflexionar sobre los atributos de las inversiones que hemos analizado en este capítulo, podrá ver que las hipótesis de Black-Scholes no son en absoluto apropiadas para la mayoría de las inversiones con opciones reales.

Como expusimos anteriormente, las opciones reales deberían verse como opciones americanas que pueden ejercerse en cualquier momento. Por otra parte, en la mayoría de los casos, la inversión subyacente genera flujos de caja, y estos flujos de caja, como los dividendos de una acción, afectan el valor de la inversión y por lo tanto al de cualesquiera opciones basadas en el valor de la inversión. Finalmente, los precios de ejercicio de las opciones reales normalmente son desconocidos.

### Utilizar una volatilidad errónea

Los analistas a menudo usan la volatilidad equivocada cuando valoran inversiones en recursos naturales con opciones incorporadas. En particular, la volatilidad del precio de la materia prima es utilizada por error en lugar de la volatilidad del valor del activo subyacente apropiado. Por ejemplo, como describimos anteriormente, la volatilidad del valor de un yacimiento petrolífero en producción es la volatilidad apropiada que debe utilizarse para valorar una concesión que da al tenedor la opción de extraer petróleo. No obstante, en la práctica es difícil determinar esta volatilidad, de manera que los analistas a veces usan el atajo de emplear la volatilidad de los precios del petróleo. Este atajo sería correcto si los precios del petróleo fuesen como los precios de las acciones y siguieran un paseo aleatorio (esto es, los cambios de precio no estuvieran autocorrelacionados); en cambio, los precios del petróleo, como la mayoría de los precios de las materias primas, suelen tener reversión a la media, lo que significa que es más probable que a un cambio de precio positivo muy grande le siga un descenso en el precio que otro incremento. Cuando este es el caso, la volatilidad de los precios de la materia prima será mayor que la de las inversiones que generan los flujos de caja que dependen de los precios de esta. Esto conducirá a una sobrevaloración de las opciones.

### Asumir que el precio de ejercicio de la opción real es fijo

A diferencia de las opciones financieras o contractuales, el precio de ejercicio de una opción real no suele ser fijo. Por ejemplo, puede que su empresa tenga la opción de emprender hoy un proyecto con un coste de 8 M\$ o retrasar la inversión otro año. No obstante, si a lo largo del año el precio del producto del proyecto aumenta significativamente, es probable que el coste de iniciar el proyecto también haya subido. Por ejemplo, cuando crece el precio de la vivienda, a menudo asistimos a un *boom* inmobiliario, lo que eleva los costes del cemento y otros materiales de construcción. En general, una correlación alta entre el valor de la inversión y los costes de implementar la inversión tiene el efecto de disminuir el valor de la opción de invertir.

### Sobreestimar la flexibilidad

La fuente fundamental del valor de las opciones reales procede del aprovechamiento óptimo de la flexibilidad. No obstante, para capturar este valor la dirección de la empresa

debe estar en disposición y ser capaz de ejercer las opciones cuando la situación lo aconseje. En la realidad, la alta dirección tiende a no ejercer las opciones reales del modo implacable que sugiere la teoría. Por ejemplo, por lealtad a los empleados, proveedores o clientes, la dirección puede no cerrar una instalación aunque sea recomendable hacerlo. Además, incluso en ausencia de motivos de conflicto, puede que la dirección no tenga los incentivos o la capacidad para ejercer las opciones reales de una manera óptima. La moraleja es que no deberíamos dar mucho valor a las opciones que en teoría pueden ejercerse pero que es improbable que se ejerzan en la realidad.

### Considerar dos veces el mismo riesgo

En nuestro análisis del valor de opciones incorporadas en yacimientos de petróleo, utilizamos precios *forward* para calcular flujos de caja equivalentemente ciertos y descontar estos flujos de caja al tipo de interés libre de riesgo. Este análisis asocia correctamente una tasa de descuento libre de riesgo con flujos de caja equivalentemente ciertos. Sin embargo, las aplicaciones en la industria a veces utilizan erróneamente los precios *forward* para representar precios esperados, que se utilizan entonces para calcular lo que erróneamente se cree que son los flujos de caja esperados, que serán descontados a una tasa ajustada por riesgo. Por tanto, el analista termina ajustando por riesgo tanto los flujos de caja como la tasa de descuento, lo que resultará en una estimación conservadora del valor.

### Desconocer cómo afectan las alternativas de inversión a la volatilidad del precio

En esencia, este error es el resultado directo de no comprender que las actuaciones de una compañía pueden tener consecuencias sobre el entorno en el que opera. Por ejemplo, las empresas eléctricas tienen lo que se conoce como “centrales de picos”, que pueden encenderse y apagarse en respuesta a demandas elevadas de energía. Las centrales de picos pueden ser extremadamente rentables dado que funcionan solo cuando hay picos en los precios de la electricidad, lo que sucede en días muy calurosos, cuando los aires acondicionados (y las centrales energéticas) funcionan a pleno rendimiento.

Las compañías de energía no reguladas valoran las centrales de picos como una opción de suministrar electricidad cuando el precio es alto. A finales de los noventa, las empresas energéticas adquirieron muchas de estas centrales; estaban motivadas en parte por los elevados valores de las opciones reales, calculados a partir de los precios de la electricidad, muy volátiles. Sin embargo, la creación de más centrales de picos para satisfacer la demanda tuvo el efecto de incrementar la capacidad disponible durante los picos de demanda, lo que redujo las fluctuaciones en los precios de la electricidad. En otras palabras, la presencia de centrales de picos, que fueron diseñadas para dar a las empresas energéticas no reguladas la flexibilidad de explotar la volatilidad de los precios de la electricidad, tuvo el efecto de reducir la volatilidad hasta un nivel en el que las centrales dejaban de ser rentables. La moraleja es que los parámetros de las fórmulas de las opciones reales no son solo números que pueden estimarse a partir de datos históricos. Necesitamos combinar las estimaciones que parten de los datos históricos con el criterio de la dirección, que tiene en cuenta las tendencias sectoriales recientes y previstas.

## Abusar del análisis de opciones reales para justificar “inversiones estratégicas”

Una queja frecuente sobre el análisis de opciones reales es que hace demasiado fácil para un directivo la justificación de sus proyectos favoritos: especifica una multitud de opciones que surgen de la inversión inicial y argumenta que el proyecto tiene “valor estratégico”. Cuando el vicepresidente de desarrollos internacionales le sugiera una inversión en un campo de golf en Tahití basándose en que crea opciones para hacer negocios en toda Asia, puede que quiera revisar su análisis. No debería perder de vista el hecho de que el análisis de opciones reales, como cualquier modelo de valoración, es solo tan bueno como sus datos de entrada.

### 11.7. RESUMEN

El uso creciente del análisis de opciones reales a lo largo de la última década puede atribuirse en gran medida a su atractivo como herramienta para comunicar y estimar el valor que la flexibilidad puede añadir a una inversión real. Los ejemplos de este capítulo ilustran que puede darse un incremento sustancial en el valor de un proyecto cuando los directivos tienen flexibilidad para actuar de manera oportunista cuando gestionan inversiones reales en un entorno incierto.

Las encuestas sobre la práctica empresarial indican que los programas MBA han tenido mucho éxito al inculcar el uso del análisis DCF estático a los estudiantes. Sin embargo, este éxito ha tenido un efecto colateral desafortunado: el análisis DCF estático ha suplantado a algunos análisis de negocio de sentido común utilizados en años pasados y que reconocían la importancia de la flexibilidad operativa. Como consecuencia, los primeros partidarios del enfoque más cuantitativo para el análisis de proyectos, basado en el análisis DCF estático, pueden haber subestimado hasta qué punto la flexibilidad es una fuente de valor. El poder de las hojas de cálculo de un ordenador, los paquetes de simulación y el *software* especializado de valoración de opciones en el escritorio de los analistas de hoy hace que el análisis de las opciones reales sea una realidad práctica. No obstante, como aprendimos con la adopción de técnicas cuantitativas como el DCF estático, los cambios llevan su tiempo, así que puede que pasen años hasta que el enfoque de opciones reales para la valoración de proyectos sea tan frecuente como el DCF estático. Con todo, creemos que esta es la dirección que tomará el futuro.

En este capítulo hemos presentado tres enfoques que pueden utilizarse para valorar inversiones con opciones reales:

- El primer enfoque que hemos expuesto es el del retículo binomial. Este y otros enfoques relacionados se usan de forma extensiva en Wall Street para valorar opciones financieras y, dado su éxito allí, se han adoptado en algunos entornos para valorar inversiones reales.
- El segundo enfoque es la aplicación de una fórmula de opciones reales que, hasta donde llega nuestro conocimiento del sector, no se utiliza. Presentamos esta fórmula porque, como la de Black-Scholes, es simple de programar y ofrece un borrador para la estimación de los valores de las opciones reales. Al igual que la fórmula de Black-Scholes, proporciona estimaciones que son quizá demasiado simples y demasiado toscas para su uso en una valoración final en una gran inversión, pero que pueden representar un punto de partida útil para determinar si se justifica o no un análisis más profundo.
- La última herramienta que hemos mostrado es el análisis de simulación. Este se está volviendo cada vez más importante para la valoración de inversiones, y lo consideramos la herramienta del futuro. La simulación es capaz de tratar las inversiones más

complicadas de modo que el analista no requiera una gran cantidad de conocimientos técnicos. En realidad, a menudo una gran inversión contiene muchas fuentes de flexibilidad para la dirección, así como varias fuentes de incertidumbre, y la simulación es la única herramienta disponible capaz de manejar este nivel de complejidad.

La aplicación del análisis de opciones reales varía de un sector a otro, e incluso entre empresas de un mismo sector. Por ejemplo, el análisis de opciones reales se utiliza de forma extensiva en los sectores de la energía y los recursos naturales, donde los mercados de materias primas son activos y los precios de los derivados son fácilmente observables. No obstante, nos apresuramos a señalar que aunque la complejidad de los análisis presentados en este capítulo es mayor que la de los presentados en capítulos previos, los enfoques de valoración de opciones reales que se utilizan en la práctica pueden ser todavía más complicados. Sin embargo, dado que estos enfoques suelen estar basados en el enfoque de simulación o en el binomial, descrito en este capítulo, la comprensión de este material proporciona el fundamento para entender los enfoques más complicados de valoración utilizados en la práctica.

En otros sectores las opciones reales se evalúan con enfoques menos sofisticados que los descritos en este capítulo. Por ejemplo, aunque la flexibilidad juega un papel muy importante en el sector inmobiliario, los inversores no suelen utilizar modelos de explícitos para valorar opciones de desarrollo de inmuebles. Además, mientras que los directivos entienden el valor de las opciones de tiempo, que existen en casi todos los grandes proyectos de inversión, tienden a utilizar enfoques relativamente simples e intuitivos para valorar la opción de esperar y la de abandonar.

¿Por qué los enfoques de valoración de opciones reales son más populares en los sectores energético y de los recursos naturales que en otros? En estos sectores, los rendimientos de las opciones reales y las opciones cotizadas en los mercados financieros están muy próximos, lo que permite a los directivos valorar la inversión sin tener que acudir a una gran cantidad de juicios expertos. En otros casos, como la valoración de terreno con oportunidades de explotación, no hay precios de opciones financieras que sean directamente análogos a la opción de explotación que se está valorando. En estos casos, el análisis de opciones reales se ve de forma menos positiva porque el director debe estimar precios de opciones financieras que no existen basándose en la que será, a su juicio, la distribución futura de los valores relevantes. Si bien la necesidad de utilizar el juicio experto en un problema de valoración no es exclusiva de la aplicación de los modelos de opciones reales, es natural que los directores sean más reacios a hacerlo cuando se enfrentan a herramientas con las que están menos familiarizados y que hacen que se sientan menos seguros de su buen criterio. Como hemos enfatizado anteriormente, en los casos en los que se requiere el juicio directivo, es importante que el análisis de valoración también incluya un análisis de sensibilidad detallado.

En el próximo capítulo evaluamos estrategias de inversión, que definiremos como el potencial de una serie de oportunidades de inversión. Por ejemplo, cuando Toyota considera si invertir en una planta de montaje para construir furgonetas en Texas, se habla de una única inversión. Sin embargo, cuando la empresa se pregunta si tiene sentido producir coches en Europa del Este, donde no fabrica automóviles en la actualidad, se está evaluando una estrategia de inversión que puede requerir plantas de montaje en múltiples ubicaciones para una variedad de vehículos. El hecho de que tanto la flexibilidad como la incertidumbre sean inherentes a todas las estrategias de inversión significa que se requiere algún tipo de análisis de opciones para un enfoque disciplinado de evaluación de la estrategia.



## PROBLEMAS

11.1. ANALIZAR UNA CONCESIÓN DE PETRÓLEO COMO UNA OPCIÓN DE PERFORAR. Suponga que posee la opción de extraer 1.000 barriles de petróleo de un terreno público a lo largo de los próximos dos años. Tiene que decidir entre extraer el petróleo inmediatamente, lo que le permite venderlo a 20 \$ por barril, o esperar a extraer el petróleo el próximo año y venderlo entonces por un precio incierto.

Los costes de extracción son de 17 \$ por barril. El precio *forward* es de 20 \$, y sabe que el próximo año los precios serán de 15 \$ por barril o de 25 \$ por barril, dependiendo de las condiciones de la demanda. ¿Es mejor que extraiga el petróleo hoy o que espere un año? Explique cómo podría variar su respuesta si los precios del próximo año son más o menos ciertos pero con la misma media.

11.2. ANÁLISIS CONCEPTUAL DE OPCIONES REALES. Huntsman Chemical es una compañía química relativamente pequeña localizada en Port Arthur, Texas. La dirección de la compañía está considerando su primera inversión internacional, que conlleva la construcción de una planta petroquímica en Sao Paulo, Brasil. La planta propuesta tendrá la capacidad de producir 100.000 toneladas de pequeñas bolas de plástico que luego se utilizarán para fabricar botellas de refrescos. Además, la planta puede remodelarse para producir las botellas que se utilizan en la fabricación de envases de plástico opaco como los que contienen la leche.

Construir la planta inicial costará 50 M\$, pero su capacidad puede duplicarse posteriormente a un coste de 30 M\$ si las condiciones económicas lo justifican. La planta puede financiarse con un préstamo preamortizado de 40 M\$ proporcionado por un consorcio de bancos y garantizado por el Banco de Importaciones y Exportaciones. La dirección de Huntsman está muy entusiasmada con el proyecto, y sus analistas piensan que la economía brasileña continuará creciendo en el futuro inmediato. Este crecimiento, además, puede ofrecer a Huntsman Chemical muchas oportunidades en el futuro según la compañía se vuelva más conocida en la región.

Basándose en un análisis tradicional de descuento de flujos de caja, los analistas de Huntsman estiman que el proyecto tiene un VAN modesto, de unos 5 M\$. No obstante, cuando los miembros del comité ejecutivo de Huntsman revisan la propuesta, expresan su preocupación sobre el riesgo de la empresa, basada principalmente en el hecho de que la economía brasileña también es muy incierta. Cerca del final de las deliberaciones, el director ejecutivo de la compañía se vuelve hacia el analista financiero senior y le pregunta si ha considerado las llamadas “opciones reales”, sobre las que él ha leído algo recientemente, para elaborar su estimación del VAN del proyecto con descuento de flujos de caja.

Asuma el papel de analista senior y proporciónale a su jefe un breve informe de las distintas opciones que pueden estar incorporadas en este proyecto. Haga un borrador de manera muy aproximada de cómo estas opciones pueden añadir valor. (Pista: no se requieren cálculos).

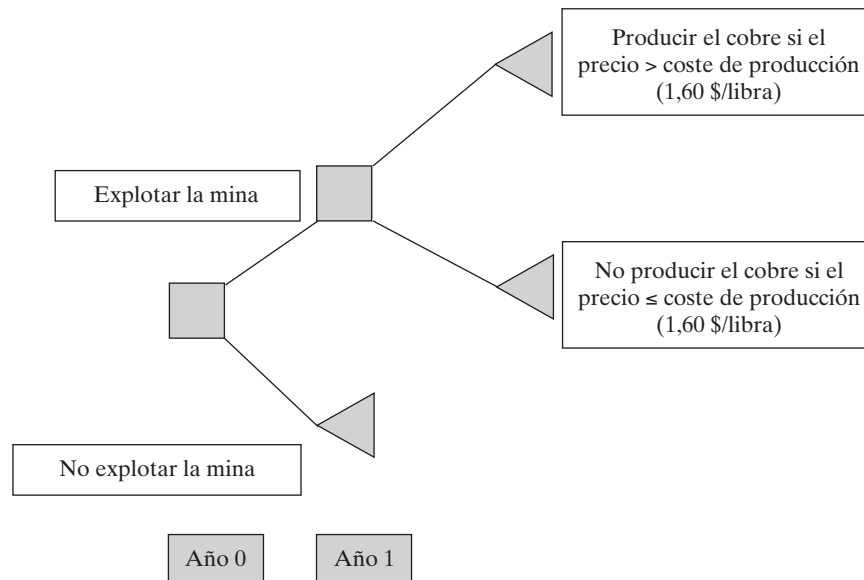
11.3. LA OPCIÓN DE ABANDONAR. Newport Mining tiene una concesión a la que le quedan dos años de vida y de la que puede extraer metal de cobre en una isla remota en Indonesia. La compañía ha completado la fase de exploración y estima que la mina contiene cinco millones de libras de metal que puede extraerse. El depósito de mineral es particularmente rico y contiene un 37,5% de cobre puro.

Newport puede firmar un contrato con una compañía minera local para explotar la propiedad durante el próximo año a un coste de 1,2 M\$. Tres cuartas partes del coste de explotación deben pagarse inmediatamente y el resto al final del año. Una vez que el terreno se explote, Newport puede hacer un contrato con una empresa minera para extraer el mineral por un pago en efectivo igual a 0,60 \$ por libra de mineral procesado o 1,60 \$ por libra de cobre producido<sup>13</sup>. El coste total debe pagarse por adelantado al inicio del segundo año de operaciones. El total asciende a un pago en efectivo en un año de 3 M\$.

Al final del año 1, Newport puede hacer un contrato para vender el mineral de cobre por el precio *spot* de ese momento. Sin embargo, como el precio *spot* al final del año no se conoce hoy, la recaudación de la venta del cobre refinado es incierta.

El precio actual es de 2,20 \$ por libra, y los analistas de materias primas estiman que será de 2,50 \$ por libra al final del año. No obstante, como el precio del cobre es altamente volátil, los analistas del sector han estimado que puede subir hasta 2,80 \$ o bajar hasta 1,20 \$ por libra al final del año. Se espera que el precio del cobre permanezca en 2,80 \$ o baje hasta 1,20 \$ durante todo el segundo año. Como alternativa a vender el cobre al precio *spot* de final de año, Newport podría vender la producción hoy al precio *forward* de 2,31 \$ y eliminar completamente la incertidumbre que rodea al precio futuro del cobre. No obstante, esta estrategia requeriría que la compañía se comprometiese hoy a producir el cobre. Esto, a su vez, significa que la dirección de Newport perdería la opción de cerrar la planta si el precio fuese inferior al coste de producir el cobre.

### Opciones de Newport para explotar y preparar una mina de cobre



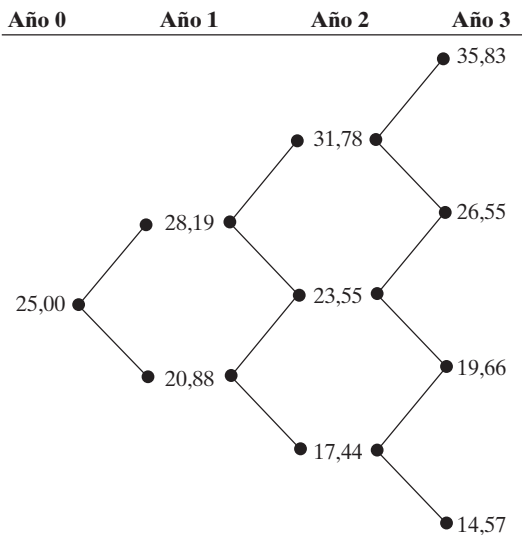
<sup>13</sup>Dado que el mineral contiene un 37,5% de cobre y que hay cinco millones de libras de mineral en la mina, hay un total de 1,875 millones de libras de cobre para producirse a un coste igual a  $0,60 \$ \times 5$  millones de libras de mineral, o 3 M\$. Así, el coste por libra para producir el mineral es de  $3 \text{ M\$} / 1,875$  millones de libras, o 1,60 \$ por libra.

Dado el riesgo inherente a la exploración, Newport requiere una tasa de rendimiento del 25% para las inversiones en la fase de exploración, pero solo un 15% para las inversiones en la fase de desarrollo. El tipo de interés libre de riesgo es en la actualidad de tan solo un 5%.

- a. ¿Cuál es el VAN esperado del proyecto si Newport se compromete al desarrollo, extracción y venta del cobre hoy y vende el cobre en el mercado *forward*?
- b. ¿Cuál es el VAN del proyecto si la producción no se vende *forward* y Newport se somete a la incertidumbre del mercado del cobre?
- c. Utilizando el siguiente árbol de decisión, construya un diagrama que describa el rendimiento de la inversión para Newport que incluya la opción de extraer el mineral al final de un año.
- d. ¿Cuánto vale la concesión para Newport si ejerce su opción de abandonar el proyecto al final del año 1? ¿Debería la compañía proceder con la explotación hoy?
- e. Si Newport decide extraer el mineral por sí misma, ¿cómo podría utilizar opciones *call* sobre el cobre para cubrir el riesgo de extracción? El precio de una opción *call* europea sobre una libra de cobre con un precio de ejercicio de 1,68 \$ y vencimiento en dos años es de 0,70 \$.

11.4. VALORAR UNA OPCIÓN AMERICANA. J&B Drilling Company ha adquirido recientemente una concesión para perforar en busca de gas natural en una región remota en el suroeste de Louisiana y el sureste de Texas. El área ha sido conocida durante mucho tiempo por su riqueza en petróleo y gas, y la compañía es optimista sobre las perspectivas de la concesión, que tiene una vida de tres años y permite que J&B comience la exploración en cualquier momento desde ahora hasta el final del periodo de tres años.

Los ingenieros de J&B han estimado el volumen de gas natural que esperan extraer de la concesión y le han dado un valor de 25 M\$, con la condición de que las exploraciones comiencen inmediatamente. Consideran que el coste de explotar la propiedad es de 23 M\$ (independientemente de cuándo se explote la propiedad a lo largo de los tres años). Basándose en volatilidades históricas de los retornos de inversiones similares y en otros datos relevantes, los analistas de J&B han estimado que el valor de la oportunidad de inversión evolucionará a lo largo de los próximos tres años según se muestra en la siguiente figura.



La tasa de interés libre de riesgo es actualmente del 5%, y se estima que la probabilidad neutral al riesgo de un aumento del valor de la inversión es del 46,26%.

- a. Evalúe el valor de la concesión como una opción *call* americana. ¿Cuánto vale hoy?
- b. ¿Cuándo le recomienda a J&B que comience la perforación?

11.5. LA OPCIÓN DE CAMBIAR EL COMBUSTIBLE: EJERCICIO CON CRYSTAL BALL. Central and Southeast Power Company, de Mobile, Alabama, está considerando una nueva central eléctrica que podrá alternar entre gas y gasóleo. La empresa tiene un contrato para obtener a 8 \$ gas suficiente para producir una unidad de potencia eléctrica. (Los números se han estandarizado a una unidad de potencia para facilitar el cálculo). No obstante, la central también puede funcionar utilizando gasóleo. El precio del gasóleo es incierto, y los analistas de la empresa creen que el precio futuro incierto puede caracterizarse por medio de una distribución triangular con un valor mínimo de 2 \$, un valor más probable de 7 \$ y un valor máximo de 12 \$. Se espera que el próximo año la planta produzca una unidad estándar de potencia eléctrica que puede venderse por 10 \$.

- a. ¿Cuál es el flujo de caja esperado de la planta energética para el próximo año si el coste de combustible que consideramos es igual al mínimo de los costes esperados entre el gas y el gasóleo? (Pista: no hay impuestos y los únicos gastos en los que incurre la planta son de combustible).
- b. Construya un modelo de simulación simple en Crystal Ball para el flujo de caja de la planta utilizando una distribución triangular para el coste del gasóleo y seleccionando siempre la fuente de combustible de menor coste. ¿Cuál es el flujo de caja esperado de la planta energética en función de su simulación?
- c. Si el coste de capital para la planta es del 10% y se espera que los flujos de caja sean constantes siempre, ¿cuál es el valor de la planta?

11.6. REFINERÍA CON LA OPCIÓN DE CAMBIAR EL PRODUCTO: EJERCICIO CON CRYSTAL BALL. Windsor Oil Company está considerando la construcción de una nueva refinería que pueda procesar 12 millones de barriles de petróleo al año por un periodo de cinco años. El coste de construir la refinería es de 2.000 M\$, y se amortizará a lo largo de los cinco años hasta un valor residual de cero. La refinería puede producir o bien gasolina o bien queroseno, y el producto puede cambiarse una vez cada año en función de los precios de cada uno. La refinería puede convertir 44 galones (por barril) de crudo en un 90% de esta cantidad de gasolina o un 70% de queroseno. El residuo puede venderse pero no se obtiene beneficio neto de él.

Los analistas de Windsor caracterizan la distribución de los precios de la gasolina para el próximo año y cada uno de los próximos cinco años utilizando una distribución triangular que tiene un valor mínimo de 1,75 \$ por galón, un valor más probable de 2,50 \$, y un valor máximo de 4 \$. Caracterizan el precio por galón de queroseno utilizando una distribución triangular con un valor mínimo de 2,50 \$ por galón, un valor más probable de 3,25 \$, y un valor máximo de 5 \$. El precio del crudo se fija a través de contratos *forward* durante los próximos cinco años a 25 \$ por barril. Windsor estima también que el coste de refinar es igual al 35% del precio de venta del producto concreto (gasolina o queroseno) que se produce en cada momento.

Windsor se enfrenta a una tipo impositivo del 30% sobre sus ingresos y utiliza un coste de capital del 10% para analizar las inversiones en la refinería. El tipo libre de riesgo es del 5,5%.

- a. ¿Cuál es el VAN de la refinería si produce solo queroseno (dado que los ingresos en esta alternativa son mayores, de acuerdo con el precio más probable)?

- b.** Construya un modelo de simulación para la refinería que considere el precio de la gasolina y del queroseno como variables aleatorias con la distribución triangular descrita más arriba. ¿Cuál es el VAN de la inversión en la refinería si la empresa escoge el producto con mayor valor en función de los precios observados de la gasolina y el queroseno?

11.7. ANÁLISIS CONCEPTUAL DE OPCIONES REALES. Highland Properties posee dos edificios de apartamentos adyacentes de cuatro módulos que están en una parcela de 20.000 pies cuadrados cerca del centro de Portland, Oregón. Una de las propiedades está en muy buenas condiciones y los apartamentos pueden alquilarse por 2.000 \$ al mes. Los módulos de la otra propiedad necesitan algunas reformas y en sus condiciones actuales solo pueden alquilarse por unos 1.500 \$ al mes.

Recientes cambios en la zona, combinados con cambios en la demanda en el mercado, sugieren que ambos edificios pueden ser reconstruidos. Si son reconstruidos, los módulos existentes se tirarán abajo y se construirán nuevos apartamentos de lujo en el lugar, cada uno con 10 módulos de apartamentos. Se estima que el coste de los edificios de 10 módulos ronda el millón y medio de dólares, y cada uno de los 10 módulos de apartamentos puede alquilarse por 2.500 \$ al mes bajo las condiciones actuales de mercado. Otras propiedades similares que han sido restauradas se están vendiendo por 10 veces sus rentas anuales.

- a.** Identifique la(s) opción(es) real(es) de este ejemplo.  
**b.** ¿Cuáles son los elementos básicos de la(s) opción(es) (esto es, el activo subyacente sobre el que se basa la opción, la fecha de vencimiento y el precio de ejercicio)?  
**c.** Estime el valor de la opción de explotar la propiedad. (Pista: determine las hipótesis que necesite para llegar a una estimación).

11.8. ANÁLISIS CONCEPTUAL DE OPCIONES REALES. La destrucción que el huracán Katrina ocasionó en la Costa del Golfo en 2005 devastó la ciudad de Nueva Orleans, así como la costa del Golfo del Mississippi. El sector en expansión de los casinos de apuestas a lo largo de la costa del Mississippi quedó casi destruido. CGC Corporation posee uno de los casinos más antiguos en el área de Biloxi, que no fue destruido por la ola del maremoto Katrina porque estaba apartado de la playa. Dada la casi total destrucción de muchas de las propiedades de apuestas situadas a lo largo de la playa, CGC está considerando la oportunidad de hacer una gran renovación en su casino. Esta lo transformaría en una de las mejores atracciones a lo largo de la costa del Golfo de Mississippi. La pregunta con la que se enfrenta la compañía conlleva asignar un valor a la oportunidad de renovar la propiedad.

Los analistas de CGC estiman que costaría 50 M\$ hacer la renovación. No obstante, basándose en las incertidumbres asociadas a la revitalización de la región, el analista financiero de la firma estimó que el casino, bajo las condiciones actuales, estaría valorado solamente en 45 M\$. Como alternativa, CGC podría continuar operando el casino, y en este caso se espera que obtenga una tasa de rendimiento anual del 10% sobre el valor de la inversión. Más aún, el rendimiento estimado del 10% es altamente incierto. De hecho, la volatilidad (desviación típica) de esta tasa de rendimiento es probablemente del orden del 20%, mientras que el tipo de interés libre de riesgo es solo del 5%.

- a.** ¿Cuál es el VAN de la renovación de la propiedad si se lleva a cabo inmediatamente?  
**b.** ¿Cuál es el valor de tener la opción de renovar en el futuro? (Pista: puede asumir que la opción no vence nunca.)

## PALABRAS CLAVE

Árbol binomial recombinado o retículo binomial  
Calibración de modelo  
Movimiento browniano  
Opción americana sobre acciones  
Opción de abandono  
Opción de cambio  
Opción de crecimiento  
Opción de interrupción  
Opción de inversión por fases  
Opción de temporalidad  
Opción estratégica  
Opción operativa  
Opción real  
Paseo aleatorio  
Proceso de precio  
Proceso de Wiener  
Rendimiento de conveniencia  
Retículo binomial neutral al riesgo  
Valoración neutral al riesgo  
VAN de corte

## Construir retículos binomiales

El modelo binomial de valoración de opciones utiliza un árbol binomial para especificar la evolución del valor del activo subyacente a lo largo del tiempo. El árbol comienza con un valor actual del activo subyacente igual a  $S_0$ . Tras un periodo, el valor es igual o bien a  $uS_0$  o bien a  $dS_0$ . Además, para facilitar el problema computacional que conlleva evaluar el árbol donde hay muchos periodos, es hoy una práctica estándar hacer que las variaciones del precio en el árbol sean simétricas, de modo que  $u$  sea igual a  $1/d$ . Esto significa que en el próximo periodo los valores posibles se reducen a tres:  $u^2S_0$ ,  $udS_0$  y  $d^2S_0$ . Esta versión del árbol binomial se llama *árbol binomial recombinado* o *retículo binomial*.

Cuando se utiliza el enfoque de valoración neutral al riesgo para valorar opciones, construimos lo que se conoce como retículo binomial neutral al riesgo, en el cual el rendimiento esperado del activo subyacente es el tipo libre de riesgo,  $r$ , pero la volatilidad del activo,  $\sigma$ , es la misma que la del activo con riesgo.

Para mostrar cómo se determinan  $u$  y  $d$ , vamos a asumir que el activo está libre de riesgo. En esta configuración, su valor se aprecia al tipo libre de riesgo menos cualquier reembolso en el periodo. Por ejemplo, el valor de una acción se apreciará al tipo libre de riesgo menos la rentabilidad por dividendo,  $\delta$ . Así, si la acción vale 10 \$ al inicio del periodo, el tipo libre de riesgo es del 6% y la rentabilidad por dividendo es del 4%, entonces el valor de la acción al final de un periodo será  $10 \$ \times e^{0,06-0,04} = 10,20 \$$ <sup>14</sup>. Así, en ausencia de incertidumbre, podemos definir  $u$  como sigue:

$$S_1 = S_0 e^{r-\delta}$$

Ahora introducimos la incertidumbre en  $S_1$  utilizando la volatilidad anualizada de los retornos del activo,  $\sigma$ :

$$uS_0 = S_0 e^{r-\delta} e^{\sigma} = S_0 e^{r-\delta+\sigma} \quad \text{y} \quad dS_0 = S_0 e^{r-\delta-\sigma}$$

### Múltiples pasos de tiempo por año

Hasta este momento hemos asumido que un periodo es igual a un año; sin embargo, el caso no será necesariamente este. Si, por ejemplo, un periodo es igual a un mes, entonces

<sup>14</sup>Para una materia prima como el petróleo almacenado en los tanques de una refinería o el ganado en las instalaciones de un matadero, el reembolso se conoce como rendimiento de conveniencia, dado que poseer la materia prima físicamente tiene un valor para el tenedor (esto es, tiene una necesidad de inventario) que ¿No van a ganar muy poco?

el tipo libre de riesgo, el reembolso, y la volatilidad anual tienen que ajustarse para reflejar una doceava parte de un año, esto es, la volatilidad mensual sería  $\sigma\sqrt{\frac{1}{12}}$  y  $S_1$  se convertiría en

$$uS_0 = S_0 e^{(r-\delta)\left(\frac{1}{12}\right) + \sigma\sqrt{\frac{1}{12}}} \quad \text{y} \quad dS_0 = S_0 e^{(r-\delta)\left(\frac{1}{12}\right) - \sigma\sqrt{\frac{1}{12}}}$$

De forma más general, si hay  $n$  pasos de tiempo por año de modo que cada paso de tiempo es de longitud  $1/n$  de año, definimos el valor del activo subyacente al final de un paso de tiempo como sigue:

$$uS_0 = S_0 e^{(r-\delta)\left(\frac{1}{n}\right) + \sigma\sqrt{\frac{1}{n}}} \quad \text{y} \quad dS_0 = S_0 e^{(r-\delta)\left(\frac{1}{n}\right) - \sigma\sqrt{\frac{1}{n}}}$$

### Construir el retículo binomial para la inversión de National Petroleum en el yacimiento petrolífero

Para implementar el modelo binomial de valoración de opciones para valorar la oportunidad de inversión de National Petroleum Company, debemos determinar en primer lugar los valores futuros de la oportunidad de perforar especificados en el retículo binomial. Calcularemos estos valores utilizando el procedimiento expuesto. Para hacer esto necesitamos la siguiente información:

- a. El punto inicial para el valor de la oportunidad de inversión del yacimiento petrolífero hoy, que es 42,034 M\$.
- b. El tipo de interés libre de riesgo ( $r$ ) es 6%.
- c. El rendimiento de conveniencia ( $\delta$ ) es 7%.
- d. Se supone que la desviación típica (volatilidad) de los rendimientos anuales de la inversión de perforación ( $\sigma$ ) es 0,15.

Dada esta información, podemos calcular la distribución binomial de los valores del proyecto de explotación del petróleo al final del primer año como sigue:

$$\text{Valor alto} = S_0 u \quad \text{donde} \quad u = e^{r-\delta+\sigma}$$

o bien

$$\text{Valor bajo} = S_0 d \quad \text{donde} \quad d = e^{r-\delta-\sigma}$$

Tras sustituir los valores de  $u$  y  $d$ , calculamos:

$$u = e^{r-\delta+\sigma} = e^{0,06-0,07+0,15} = 1,1503 \quad \text{y} \quad d = 0,852$$

de modo que los dos valores posibles para la oportunidad de perforar de National al final del año 1 son

$$S_0 u = 42,03 \text{ M\$} \times 1,1503 = 48,35 \text{ M\$}$$

y

$$S_0 d = 42,03 \text{ M\$} \times 0,852 = 35,82 \text{ M\$}$$



Al final del año 2, hay tres valoraciones posibles de la oportunidad de perforar que corresponden a la siguiente secuencia de eventos:

$$S_{0uu} = 42,03 \text{ M\$} \times 1,1503 \times 1,1503 = 55,62 \text{ M\$}$$

$$S_{0ud} = S_{0du} = 42,03 \text{ M\$} \times 1,1503 \times 0,852 = 41,20 \text{ M\$}$$

$$S_{0dd} = 42,03 \text{ M\$} \times 0,852 \times 0,852 = 30,51 \text{ M\$}$$

En el año 3, el número de nodos se expande a cuatro, correspondientes a  $S_{0uuu}$ ,  $S_{0uud}$ ,  $S_{0udd}$  y  $S_{0ddd}$ . La Figura 11.6 contiene el retículo binomial completo para la oportunidad de perforar de National Petroleum.



# Opciones estratégicas: cómo evaluar oportunidades estratégicas

## Presentación del capítulo

Este capítulo ofrece a los directivos tres enseñanzas importantes. En primer lugar, cuando se evalúa cada proyecto, el analista debe ser muy consciente del papel que este desempeña dentro de la estrategia global de negocio de la empresa. Esto significa que las empresas pueden preferir no rechazar lo que a primera vista es una inversión con VAN negativo, si es el primer paso de una estrategia muy prometedora. En segundo lugar, aunque la evaluación de la estrategia de negocio de una empresa requiere una dosis considerable de juicio experto por parte de los directivos, las decisiones estratégicas no son puramente cualitativas. De hecho, como veremos, las herramientas cuantitativas que hemos utilizado para evaluar cada proyecto de inversión son también útiles para evaluar estrategias de inversión. Y en tercer lugar, no todas las organizaciones tienen las mismas capacidades en lo que a la ejecución de opciones estratégicas se refiere. Antes de embarcarse en una estrategia que conlleva opciones de un cierto valor, los directivos deben determinar lo mejor que puedan si sus organizaciones tendrán la flexibilidad financiera y los recursos de gestión para ejecutar las opciones cuando llegue el momento.

## 12.1. INTRODUCCIÓN

Ante un mercado estadounidense saturado de hamburguesas, McDonald's Corporation varió su estrategia de crecimiento en la década de 1990 para abrirse a los mercados globales, y ahora tiene restaurantes en más de 100 países. La demografía cambiante produjo en la misma década otra variación de estrategia: McDonald's abrió otros tipos de restaurantes en Estados Unidos, lo que incluyó la adquisición de la cadena de restaurantes mexicanos Chipotle en 1998<sup>1</sup>. En manos de McDonald's, Chipotle creció hasta alcanzar más de 450 restaurantes en 22 estados, y en enero de 2006 se desprendió de una parte importante de las acciones de Chipotle en una oferta pública inicial.

<sup>1</sup>Sandra Guy, "McDonald's Plans Big Chipotle Boost", *Chicago Sun Times* (24 de mayo de 2002).

McDonald's, como la mayor parte de las empresas de éxito, sigue una estrategia flexible que le permite adaptarse a las condiciones cambiantes del negocio. ¿Le resulta familiar? ¡Debería! La estrategia flexible de McDonald's conlleva la ejecución de opciones importantes que forman parte de las inversiones que realiza. De hecho, la adquisición original de Chipotle incluía la opción nada desdeñable de abandonar la estrategia si fracasaba, así como opciones para acelerar o frenar la apertura de nuevos restaurantes de la cadena. La estrategia también podría haber incluido opciones para rediseñar los restaurantes, tanto elevando su nivel (ampliando el menú para incluir platos más caros) como rebajándolo (ofreciendo platos más económicos).

En el Capítulo 11 nos centramos en el análisis de proyectos de inversión aislados y bien definidos. En este capítulo consideraremos el concepto más difuso de “estrategia corporativa”. Más en concreto, hablaremos de la evaluación de oportunidades estratégicas. Estas oportunidades son menos inmediatas de evaluar que los proyectos bien definidos, porque las inversiones reales se materializan a partir de estrategias iniciales difíciles de concretar, y conllevan operaciones que ocurrirán en un futuro lejano. Por ejemplo, DuPont puede querer expandir su presencia en el negocio químico en Brasil, o Toyota puede decidir que hay oportunidades a largo plazo para vender camiones para uso industrial en Sudamérica. Estas estrategias se componen de proyectos de inversión (por ejemplo, instalaciones químicas o fábricas de camiones) que pueden evaluarse como hicimos en los capítulos anteriores. Sin embargo, las empresas deben además evaluar estas inversiones en el contexto de una estrategia global que incluye inversiones que pueden darse o no en el futuro.

Comenzamos el capítulo con una breve reflexión sobre el origen de las inversiones con VAN positivo. Hasta este momento hemos dado por ciertas las características de las inversiones. La evaluación de una estrategia de inversión, sin embargo, debe analizar en qué medida las alternativas de inversión posicionan a la empresa de modo que pueda explotar nuevas oportunidades en el futuro. En otras palabras, no solo debemos considerar el VAN de la inversión individual, sino también si crea oportunidades (u opciones) futuras de inversión.

Para ilustrar estas ideas y demostrar cómo se puede cuantificar el valor de estas oportunidades futuras, consideraremos un ejemplo detallado de una estrategia de inversión que comprende la construcción de una serie de centrales térmicas. Las centrales utilizan una estrategia “verde” en la forma de una nueva tecnología de combustión limpia que reduce las emisiones. La central inicial es un proyecto con VAN negativo, pero permite a la empresa poner en marcha una estrategia prometedora de construcción de más centrales, que puede volverse rentable conforme se vayan perfeccionando la tecnología y los procesos de construcción. En el contexto de este ejemplo mostraremos cómo las empresas pueden usar el análisis de opciones reales expuesto en el capítulo anterior para evaluar una estrategia de negocio.

## 12.2. ¿DE DÓNDE SALEN LAS INVERSIONES CON VAN POSITIVO?

Las buenas oportunidades de inversión no crecen en los árboles. De hecho, todos los proyectos con VAN positivo tiene una característica en común: aprovechan algún tipo de ventaja comparativa que la empresa inversora tiene sobre sus competidores. La ventaja de la

empresa puede ser, entre otras, la capacidad de fabricar un producto a un coste menor, un acceso exclusivo a los clientes o una fuerte imagen de marca que le permita cobrar más caros sus productos y servicios. Cualquiera que sea la fuente, todo proyecto debe sustentarse en algún tipo de ventaja comparativa para tener éxito.

¿Pero de dónde salen estas capacidades? Una posibilidad es que provengan de directivos más competentes, lo que es una observación correcta pero no especialmente útil. Otra alternativa es ver estas capacidades como sinergias con los negocios actuales de la empresa que surgen porque la organización de la empresa ha desarrollado un *know-how* y unos contactos mejores a partir de experiencias pasadas. En otras palabras, es probable que las oportunidades de hoy surjan de las decisiones de inversión de ayer. Desde esta perspectiva, podemos definir una buena oportunidad estratégica como una inversión que mejora las capacidades de una empresa, generando ventajas comparativas que crean oportunidades de inversiones con VAN positivo para el futuro.

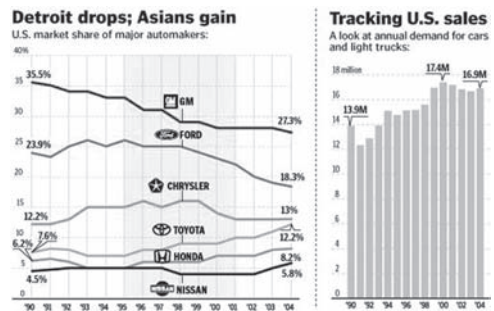
Si las inversiones con VAN positivo provienen efectivamente de las capacidades desarrolladas como resultado de inversiones anteriores, entonces es importante que tengamos en cuenta dos factores al evaluar una oportunidad de inversión: (1) cómo contribuye la inversión directamente a los flujos de caja de la empresa, y (2) cómo contribuye la inversión a las capacidades de la empresa. Por ejemplo, ¿proporciona la inversión acceso a nuevos mercados que pueden explotarse de otras maneras? ¿Permite crear contactos o establecer alianzas que puedan ser valiosas en el futuro? ¿Genera nuevas tecnologías que se puedan aplicar a otros negocios en el futuro?

No es difícil dar con ejemplos de proyectos de inversión que crean capacidades aprovechables en proyectos subsiguientes. Esto suele ser cierto cuando una empresa entra en un mercado nuevo. Por ejemplo, cuando Toyota comenzó a fabricar su línea de automóviles Camry en Estados Unidos (la fábrica estaba ubicada en Georgetown, Kentucky, y comenzó su producción en 1988), hubo costes significativos que hicieron muy caro el arranque de la instalación. Sin embargo, esta experiencia inicial facilitó a Toyota conseguir permisos y atraer trabajadores cuando abrió once fábricas adicionales en el periodo hasta 2005. Además, la presencia creciente de Toyota en Estados Unidos y el hecho de que

## ¿Sabía usted?

### ¿Quién es el mayor fabricante de automóviles?

Desde que comenzó sus operaciones en Estados Unidos, Toyota (que ya es el mayor fabricante de automóviles del mundo) no ha cesado de incrementar su cuota de mercado a costa de los fabricantes estadounidenses. En concreto, la cuota de mercado de Toyota en 1990 era del 7,6%; a finales de 2004 era del 12,2%. Al cierre de 2006, General Motors apenas mantenía su posición de liderazgo con 9,17 millones de unidades vendidas en 2005, mientras que Toyota logró alcanzar los 9,37 millones de vehículos vendidos en 2007.



Fuentes: Christine Tierney, *Detroit News* (5 de enero de 2005) y Malcolm Berko, "GM Clings to Its Ranking as World's Top Automaker", *BeaconNewsOnline.com*, <http://suburbanchicagonews.com/beaconnews/business/>

### ¿Sabía usted?

#### ¿Cómo de importantes son los supermercados de Wal-Mart?

Wal-Mart comenzó a vender alimentos en sus tiendas en 1988, y en 2002 ya era la mayor cadena de supermercados de Estados Unidos, con más de 53.000 M\$ de ventas.

*Fuente: Patricia Callahan y Ann Zimmerman, "Wal Mart, after remaking discount retailing, now nation's largest grocery chain", Wall Street Journal (31 de mayo de 2003).*

estaba dando empleo a estadounidenses pudo mejorar la imagen de marca de Toyota en el mercado, lo que le permitió vender más coches allí, incluso los fabricados en Japón. En resumen, la fábrica original de Kentucky contribuyó al valor de Toyota mejorando las capacidades de la empresa de tal modo que le permitió iniciar nuevas inversiones con VAN positivo.

Un segundo ejemplo es la incursión de Wal-Mart en el negocio de los supermercados. Hay que advertir que Wal-Mart no habría podido entrar en este negocio si no hubiese adquirido antes una gran experiencia en los mercados de masas gracias a sus años como minorista. Sin embargo, a pesar de la experiencia de Wal-Mart, es improbable que su inversión inicial en el negocio de los supermercados fuese una inversión con VAN positivo contemplada aisladamente. En lugar de ello, la inversión inicial probablemente se consideró como un aprendizaje que daría a la organización la experiencia necesaria para realizar una inversión mucho mayor en este negocio si la oportunidad resultaba ser lo bastante atractiva.

En otras palabras, los primeros supermercados fueron una inversión que dio a Wal-Mart la opción, pero no la obligación, de entrar en un mercado muy amplio.

## 12.3. VALORAR UNA ESTRATEGIA CON INVERSIONES POR ETAPAS

Comencemos nuestra exposición con una mirada al negocio cinematográfico y consideremos por un momento la diferencia entre las comedias románticas y las películas de acción de superhéroes. Aunque estos géneros difieren en muchos aspectos, desde nuestra perspectiva la diferencia relevante es que las películas de superhéroes con éxito (por ejemplo, Spiderman, Batman y Superman) tienen segundas partes, mientras que las comedias románticas normalmente no. Por tanto, una comedia romántica se puede valorar como una inversión única con el análisis DCF tradicional. Sin embargo, si queremos evaluar el guión de, digamos, una película de acción de Ratman (un extraño experimento de laboratorio crea una rata con superfuerza y superinteligencia que combate el crimen, negocia con opciones y se liga a la chica), entonces debemos evaluar una estrategia global, dado que, si la película tuviera éxito, habría segunda parte, dibujos animados, juguetes, etc. Esto significa que un estudio puede estar dispuesto a producir la película de Ratman aunque tenga VAN negativo, porque al hacerlo está de hecho comprando la opción de una serie de proyectos.

El ejemplo siguiente ilustra la diferencia entre una inversión aislada y una estrategia de inversión, y demuestra que en algunas situaciones las empresas deberían aceptar proyectos con VAN negativo, porque hacerlo les permite iniciar una estrategia con VAN positivo. Este ejemplo también muestra tres de las características más importantes de una buena estrategia de inversión:

- En primer lugar, la estrategia permite a la empresa desarrollar capacidades relativamente únicas que no pueden ser copiadas con facilidad por la competencia.
- En segundo lugar, la estrategia se puede abandonar en etapas posteriores si las condiciones económicas resultan desfavorables.
- Por último, la estrategia se puede ampliar en etapas posteriores si las condiciones económicas resultan favorables.

## Descripción de la nueva tecnología de combustión de Vespar

Vespar Energy, Inc., es una (hipotética) empresa energética diversificada y con base en Houston que ha comprado una nueva tecnología “verde” para generar electricidad utilizando carbón con alto contenido de azufre que contamina sustancialmente menos que otras tecnologías de combustión de carbón. Normalmente, las centrales térmicas que utilizan hulla de baja calidad deben tener equipos antipolución muy caros, llamados “separadores de gas”, para reducir los contaminantes que emiten a la atmósfera. La tecnología patentada de Vespar promete reducir dramáticamente estos costes.

Sin embargo, dado que la tecnología es nueva, Vespar prevé que no podrá aprovechar su potencial de ahorro de costes en la primera central que construya. Por el contrario, la empresa necesitará desarrollar capacidades y conocimientos mediante la construcción y el manejo de muchas centrales durante varios años. De hecho, según los cálculos de Vespar, la primera central tiene un VAN claramente negativo cuando se estudia de forma aislada. No obstante, la empresa quiere enmarcar esta central en una estrategia mayor, y el desafío para la dirección es precisamente la evaluación de esta estrategia. Veamos primero el análisis aislado y luego como parte de una estrategia global.

## Análisis aislado del proyecto de la primera central térmica

El panel a de la Tabla 12.1 muestra las estimaciones que ha hecho Vespar de los ingresos, gastos y flujos de caja de la primera central térmica. Un análisis del valor actual de los flujos de caja de la central basado en un coste del capital del 8% indica que la central debería valorarse en 320 M\$. Sin embargo, los analistas de la empresa han estimado que el coste de construir la primera central es de aproximadamente 450 M\$, lo que significa que el VAN es negativo (*i. e.*, -130 M\$).

El panel b de la Tabla 12.1 muestra el análisis de sensibilidad de los distintos factores clave que determinan el VAN del proyecto. Este análisis sugiere que se necesitan cambios muy dramáticos en los valores previstos de los factores clave incluso para alcanzar un VAN de cero para la central. Por ejemplo, el coste del capital tendría que reducirse de un 8% a un 2,33% (aproximadamente un 71%) para que el proyecto tuviese un VAN nulo, o los gastos operativos tendrían que reducirse al 93,47% de su valor esperado.

La observación clave que podemos hacer en este punto es la siguiente: como proyecto aislado, la central térmica limpia es claramente inaceptable. Pero ¿qué ocurre si se considera el proyecto como la primera etapa de una estrategia de inversión?

## Análisis de proyectos como parte de una estrategia

Los directivos de Vespar que proponen la central argumentan que la empresa debería abordar la inversión, a pesar de su VAN negativo, por razones estratégicas. Sostienen que, al ser pionero en el uso de esta tecnología, Vespar conseguirá ventajas en reducción de costes en relación a sus competidores, y con ellas, la empresa estará muy bien posicionada para generar beneficios significativos en el futuro si las condiciones de mercado cambian de modo que favorezcan a las centrales térmicas. El director ejecutivo encuentra este argumento estratégico bastante convincente, pero querría ver un análisis más cuantitativo de la lógica de meterse en una inversión con VAN negativo; le gusta la idea, pero no desea invertir varios cientos de millones de dólares en un análisis que, aunque suena plausible, no viene respaldado por unas cifras sólidas.

**Tabla 12.1** Análisis del VAN de la primera central térmica

<b>Panel a. Proyecciones del flujo de caja</b>										
<b>Dólares</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Ingresos	500.000.000	507.500.000	515.112.500	522.839.188	530.681.775	538.642.002	546.721.632	554.922.456	563.246.293	571.694.988
Gastos operativos y de mantenimiento (incluyendo combustible)	(434.671.731)	(431.843.463)	(429.015.194)	(426.186.926)	(423.358.657)	(420.530.388)	(417.702.120)	(414.873.851)	(412.045.582)	(409.217.314)
Gastos operativos fijos	(95.000.000)	(95.000.000)	(95.000.000)	(95.000.000)	(95.000.000)	(95.000.000)	(95.000.000)	(95.000.000)	(95.000.000)	(95.000.000)
EBIT	(29.671.731)	(19.343.463)	(8.902.694)	1.652.262	12.323.118	23.111.614	34.019.512	45.048.605	56.200.711	67.477.674
Menos: impuestos	8.901.519	5.803.039	2.670.808	(495.679)	(3.696.936)	(6.933.484)	(10.205.854)	(13.514.582)	(16.860.213)	(20.243.302)
NOPAT	(20.770.212)	(13.540.424)	(6.231.886)	1.156.583	8.626.183	16.178.130	23.813.659	31.534.024	39.340.498	47.234.372
Más: gastos de amortización	45.000.000	45.000.000	45.000.000	45.000.000	45.000.000	45.000.000	45.000.000	45.000.000	45.000.000	45.000.000
Menos: CAPEX	(5.000.000)	(5.075.000)	(5.151.125)	(5.228.392)	(5.306.818)	(5.386.420)	(5.467.216)	(5.549.225)	(5.632.463)	(5.716.950)
FFCF	19.229.788	26.384.576	33.616.989	40.928.191	48.319.365	55.791.710	63.346.442	70.984.799	78.708.035	86.517.422
Valor actual de los FFCF	320.000.000									
Menos: costos de construcción	(450.000.000)									
<b>VAN</b>	<b>(130.000.000)</b>									
<b>Panel b. Análisis de sensibilidad del punto muerto</b>										
<b>Factor clave (variable)</b>	<b>Variación necesaria para hacer VAN = 0 (ceteris paribus)</b>									
Coste del capital (8%)	Reducir en un 71 % hasta un 2,33%.									
Gastos operativos y de mantenimiento	Reducir hasta un 93,74% de los previstos.									
Tasa de decrecimiento anual de los gastos operativos y de mantenimiento	Multiplicar por 3 la tasa de decrecimiento de los gastos operativos y de mantenimiento.									
Gastos operativos fijos	Reducir de 95 M\$ a 27,677 M\$ anuales.									
Ingresos	Aumentar el nivel de ingresos de todos los años en un 5%.									



En respuesta a la petición del director ejecutivo, los directivos que proponen el proyecto desarrollan un análisis estratégico más detallado. En concreto, consideran explícitamente la posibilidad de construir una serie de centrales térmicas en los próximos cuatro años, comenzando con la primera planta este mismo año. Como explican, cada año puede verse como una fase separada del despliegue de la estrategia, dado que la empresa reevaluará sus planes anualmente antes de iniciar la construcción de más centrales. De acuerdo con el plan, al final de cada uno de los próximos cuatro años la empresa tiene la opción, pero no la obligación, de continuar con su estrategia. Como veremos, el valor que esta estrategia crea proviene de estas opciones.

**Detalles del plan**

Cuando se evalúa una estrategia de inversión, los analistas tienen que hacer varias hipótesis. Por ejemplo, saben que es probable que los costes de construir una central disminuyan significativamente conforme ganan experiencia, pero no saben exactamente cuánto. También saben que serán capaces de impulsar el proceso de construcción, pero también esto está en función de condiciones económicas desconocidas y difíciles de predecir. El “arte” de evaluar una estrategia está en la etapa inicial del análisis, cuando se hacen las hipótesis que permiten evaluar globalmente la inversión.

Los directivos de Vespar primero deben hacer hipótesis sobre la capacidad de la empresa de construir estas centrales en el futuro. En concreto, a partir de las conversaciones con sus ingenieros, suponen que la plantilla de ingeniería estará volcada al completo en el diseño y construcción de una central en el año 0 de la estrategia. Sin embargo, cuando esta central esté acabada, los ingenieros creen que podrán construir dos centrales simultáneamente en el año 1, dos centrales más en el año 2, y en el año 3 podrán aumentar la construcción hasta seis centrales por año. Además, los analistas estiman que con el beneficio de la experiencia, así como con las economías de escala asociadas con la construcción de múltiples centrales, el coste de construir cada central disminuirá con el tiempo. Los costes de construcción de cada central se resumen en la Tabla 12.2.

Nótese que las estimaciones de costes de las centrales se basan en la hipótesis de que todas ellas se construyen secuencialmente. El coste de construcción disminuye con el tiempo gracias al aprendizaje que se obtiene al construir y manejar las centrales.

La estrategia de inversión descrita en la tabla anterior puede evaluarse en términos de una secuencia de opciones siguiendo el procedimiento en cuatro pasos:

<b>Fase de despliegue de la estrategia (la construcción comienza en el año x)</b>	<b>Coste estimado de la construcción de cada central</b>	<b>Número de centrales a construir</b>
Fase I (año 0)	450 M\$	1 central
Fase II (año 1)	375 M\$	2 centrales
Fase III (año 2)	350 M\$	2 centrales
Fase IV (año 3)	320 M\$	6 centrales
Fase V (año 4)	320 M\$	6 centrales

Paso 1	Utilizar la simulación para modelizar la incertidumbre subyacente a los valores de las centrales ( <i>i.e.</i> , la volatilidad).
Paso 2	Utilizar la volatilidad estimada para construir un retículo binomial de valores de las centrales durante el horizonte temporal de la estrategia.
Paso 3	Determinar cuándo debería abandonarse la estrategia y cuándo debería continuarse.
Paso 4	Evaluar el valor de la estrategia.

**Paso 1:** Utilizar la simulación para modelizar la incertidumbre subyacente a los valores de las centrales (*i. e.*, la volatilidad). El primer paso es estimar cómo se espera que evolucionen los valores de las centrales. Para ello, utilizaremos la simulación, como se describió en el Capítulo 3, para estimar las distribuciones de los posibles valores de las centrales. En nuestro análisis supondremos que los principales factores determinantes del valor provienen de fuerzas externas que impactan sobre el valor de una central térmica. Ejemplos de estos factores son: (1) los precios del carbón y de las energías alternativas, (2) las leyes sobre contaminación que afectan a los costes de las tecnologías competidoras, (3) las condiciones económicas que afectan a la demanda global de energía eléctrica y (4) la entrada de competidores potenciales que podrían estar desarrollando tecnologías similares.

El objetivo de este ejercicio es identificar los factores clave, determinar su volatilidad y calcular entonces cómo esta se traduce en volatilidad de los valores de las centrales. Aunque el proceso de simular estos valores puede ser bastante complicado, el procedimiento general se puede resumir como sigue:

En primer lugar, especificamos un modelo de flujos de caja de las centrales que considera las diferentes fuentes de incertidumbre. Tomamos entonces los valores iniciales de estas variables inciertas y calculamos el valor de una central, como hicimos en la estimación de la primera central en la Tabla 12.1. A continuación simulamos cómo pueden cambiar con el tiempo estas variables económicas y el modo en que estos cambios afectarán a la evolución del valor de las centrales en los próximos cuatro años. Ejecutamos 10.000 iteraciones del experimento de simulación, y con ello estimamos la volatilidad de las variaciones interanuales de los valores de las centrales.

**Paso 2:** Utilizar la volatilidad estimada para construir un retículo binomial de valores de las centrales durante el horizonte temporal de la estrategia. Utilizamos la volatilidad estimada y el procedimiento descrito en el apéndice del Capítulo 11 para construir un retículo binomial que resume el valor de una central al final de cada año. Intuitivamente, lo que hacemos es tomar una distribución de valores futuros relativamente compleja y resumirla con una distribución más simple, con la que será más fácil trabajar. El objetivo de nuestro análisis en este punto es desarrollar un retículo binomial que sea una representación razonable de la incertidumbre en el valor de las centrales futuras.

**Paso 3:** Determinar cuándo debería abandonarse la estrategia y cuándo debería continuarse. Calculamos el VAN de construir una central nueva en cada nodo del retículo como la diferencia entre el valor de una central y el coste de construirla. El valor de continuar la estrategia es el valor de construir la nueva central más el valor esperado de continuar la estrategia hasta el siguiente periodo. El valor esperado de continuar la

estrategia nunca es negativo, puesto que la empresa siempre tiene la opción de abandonar en el futuro si el valor se hace negativo. Esto significa que nunca rechazaremos un proyecto con VAN positivo por razones estratégicas. Los casos que nos interesan son aquellos en los que las centrales actuales tienen VAN negativos mientras que la estrategia tiene un valor esperado positivo.

**Paso 4:** Evaluar el valor de la estrategia. Una vez analizado cada nodo del árbol de decisión para determinar cuándo es mejor abandonar, estamos preparados para valorar la estrategia de inversión.

No entraremos en los detalles de la simulación descrita en el paso 1, sino que nos centraremos en el producto final de este ejercicio, definido en el paso 2, que consiste en los valores actuales esperados de los flujos de caja de las centrales (*i. e.*, los valores estimados de las centrales) en cada nodo del retículo binomial. Estas estimaciones, expuestas en el panel a de la Tabla 12.3, muestran que estos valores son bastante inciertos en el horizonte temporal planificado de cuatro años. Por ejemplo, en el nodo más favorable del año 4, el valor actual de los flujos de caja que se espera que generen las centrales limpias es de 467,93 M\$. Esta es, sin embargo, una perspectiva muy optimista, y los nodos en que los precios de la electricidad son bajos y las centrales limpias valen menos de 300 M\$ también son bastante posibles.

#### Un análisis estático e ingenuo del valor de la estrategia de Vespar

Antes de emprender los pasos 3 y 4 de nuestro procedimiento de valoración, calculamos el VAN de la estrategia con el enfoque tradicional (“ingenuo”). Este enfoque asume que la estrategia no se puede abandonar, lo que significa que si se inicia en el año 0, seguirá en todos los nodos del retículo binomial. Los flujos de caja relevantes en este análisis VAN son la media de los VAN de las centrales que se construyen cada año (tomada de entre todos los nodos posibles). Intuitivamente, estamos valorando la estrategia como si Vespar vendiese las centrales al valor actual de sus flujos de caja después de construirlas, generando así un flujo de caja para Vespar igual al VAN de las centrales eléctricas. Estos “flujos de caja” se descuentan entonces al presente para determinar el VAN de la estrategia en el año 0.

El panel b de la Tabla 12.3 calcula el VAN de las centrales que se construyen en cada nodo restando de los valores actuales de los flujos de caja futuros de la central los costes de construcción, y multiplicando esta diferencia por el número de centrales que se construyen cada año. A partir de estos números, podemos calcular el VAN que esperamos que la estrategia genere cada año. Los VAN esperados de cada año se calculan ponderando los VAN de las centrales eléctricas en cada nodo por la probabilidad de llegar al nodo, y calculando la media ponderada. Suponemos en cada nodo que la probabilidad de moverse hacia arriba o hacia abajo es del 50% (véase la nota al pie b de la Tabla 12.3). Por ejemplo, en el año 1 el VAN esperado es  $-98,25$  M\$, lo que representa la media ponderada por probabilidades de los dos posibles resultados del VAN de ese año.

En la Tabla 12.3 vemos que en los años iniciales del despliegue de la estrategia los VAN esperados son negativos. Sin embargo, conforme el coste de construir las centrales se reduce, los VAN se hacen positivos. En concreto, vemos que los valores esperados de los años 0 a 4 son  $-130$  M\$,  $-98,25$  M\$,  $-36,28$  M\$,  $107,73$  M\$ y  $144,96$  M\$, respectivamente. En el año 3, el VAN se hace positivo. Sin embargo, al descontar estos VAN esperados al presente con el coste del capital del 8% que Vespar utiliza para los proyectos de este tipo, se obtiene un valor estimado de la estrategia ingenua de  $-60,01$  M\$. Este VAN tan negativo

**Tabla 12.3 Análisis ingenuo de la estrategia de inversión de Vespar**

<b>Panel a. Valores actuales de los flujos de caja futuros de las centrales (M\$)</b>					
	<b>Año</b>				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
El número en cada nodo representa el valor actual de los flujos de caja futuros esperados provenientes de la construcción y explotación de una única central eléctrica en ese año.					467,93
				425,52	
			386,96		398,74
		351,89		362,61	
	320,00		329,75		339,79
		299,86		308,99	
		280,99		289,55	
			263,31		246,74
<b>Panel b. VAN de cada fase de la estrategia de inversión<sup>a</sup> (M\$)</b>					
	<b>Año</b>				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
El número en cada nodo representa la suma de los VAN de todas las centrales que se construyen en cada año. Los valores actuales de los flujos de caja futuros de cada central en cada fase se encuentran en el panel a, y el número de centrales que se construyen y el coste de cada una se encuentran abajo; por ejemplo, para el nodo de mayor valor del año 4:					887,59
				633,14	
			73,92		472,47
		(46,22)		255,65	
	(130,00)		(40,51)		118,73
		(150,28)		(66,04)	
		(138,02)		(182,71)	
VAN = (467,93 M\$ – 320 M\$) × 6 = 147,93 M\$ × 6 = 887,59 M\$				(340,16)	(439,58)
Número de centrales que se construyen	1	2	2	6	6
Coste de construir cada central	450	375	350	320	320
VAN esperado de cada frase <sup>b</sup>	(130,00)	(98,25)	(36,28)	107,73	144,96
Valor actual (año 0) de los VAN anuales esperados <sup>c</sup>	(130,00)	(90,97)	(31,10)	85,52	106,55
<b>Valor (estimación ingenua) de la estrategia<sup>d</sup></b>	<b>(60,01)</b>				

indica que si la estrategia es inflexible, como supone el análisis anterior, la empresa no debería iniciarla.

Evaluar la estrategia de Vespar con un enfoque de valoración de opciones

En el Capítulo 11 aprendimos que la opción de abandonar una inversión puede ser una fuente importante de valor. El análisis ingenuo que acabamos de hacer tenía en cuenta el hecho de

**Notas:**

<sup>a</sup>El VAN en cada nodo del árbol se calcula como sigue:

$$VAN = \left( \begin{array}{cc} \text{Valor de los} & \text{Coste de} \\ \text{flujos de caja futuros} & \text{construir} \\ \text{de la central} & \text{la central} \end{array} \right) \times \frac{\text{Número de centrales construidas en cada periodo}}{\text{periodo}}$$

<sup>b</sup>El VAN esperado de cada año se calcula como la media ponderada de los VAN posibles utilizando la probabilidad estimada de un aumento o disminución de valor de los flujos de caja futuros. En este caso, la dirección estima que la probabilidad de un movimiento al alza o a la baja del valor de los flujos de caja del proyecto es del 50%. Por tanto, en el año 2 el VAN esperado es igual a  $0,5 \times (46,22) \text{ M\$} = (98,25) \text{ M\$}$ . Las probabilidades asociadas con cada nodo del árbol se encuentran a continuación:

Año				
0	1	2	3	4
				6,25%
			12,50%	
		25,00%		25,00%
	50,00%		37,50%	
100,00%		50,00%		37,50%
	50,00%		37,50%	
		25,00%		25,00%
			12,50%	6,25%
100%	100%	100%	100%	100%

<sup>c</sup>El valor actual del VAN es igual al valor a fecha de hoy de los VAN esperados de las cinco fases de la estrategia de inversión (por ejemplo, en la fase I el valor actual es igual a  $(98,25) \text{ M\$} / (1,08)^1 = (90,97) \text{ M\$}$ ).

<sup>d</sup>El valor de la estrategia es igual a la suma de los valores actuales de todos los VAN de las cinco fases del despliegue de la estrategia, correspondiente a los años 0 a 4.

que la escala del proyecto podía aumentarse (de hecho, asumía que la escala aumentaba independientemente del valor de la central en el futuro). Sin embargo, el análisis ignoró la posibilidad de abandonar la estrategia en situaciones en que la perspectiva era especialmente desfavorable. En esta sección consideraremos explícitamente esta opción de abandono.

Para valorar la opción de abandonar la estrategia, primero debemos determinar cuándo deberíamos abandonarla. El análisis de esta decisión es muy similar al análisis

de la opción de abandono que hicimos en el Capítulo 11. Como primer paso, cambiamos las probabilidades de llegar a cada nodo en el árbol binomial del panel a de la Tabla 12.3, de las probabilidades reales a las ajustadas al riesgo (*i. e.*, neutrales al riesgo), de modo que podamos calcular los flujos de caja equivalentemente ciertos en lugar de los esperados. Supongamos que la probabilidad neutral al riesgo del estado alto es de 0,48, y la del estado bajo es de 0,52. Nótese que incrementar la probabilidad del estado bajo (y decrementar la del estado alto) convierte los flujos de caja esperados en flujos de caja equivalentemente ciertos que deberían descontar utilizando el tipo de interés libre de riesgo del 5%, en lugar de la tasa ajustada al riesgo del 8% que se utilizó en la sección anterior.

Para valorar la estrategia a la fecha actual, primero debemos calcular el valor de la estrategia en cada nodo del retículo binomial, como hicimos en el Capítulo 11, resolviendo el árbol hacia atrás, paso a paso: comenzamos calculando los valores de las estrategias en cada nodo al final del año 4 y nos vamos remontando hasta llegar a hoy. El panel a de la Tabla 12.4 contiene estos valores. Por ejemplo, en el año 4 el valor de la estrategia generado por las seis centrales construidas ese año es simplemente la suma de los VAN de las centrales construidas en esa fecha si el VAN es positivo, y cero en otro caso (dado que en la última fecha se decidió no construir las centrales con VAN negativo). Por tanto, como vemos en el panel a de la Tabla 12.4, la estrategia genera valores positivos en los tres nodos de mayor valor del año 4, pero genera un valor de cero en los dos nodos de menor valor, en los que el VAN de construir las centrales es negativo (panel b de la Tabla 12.3). Teniendo los valores del año 4, ahora podemos calcular los valores de la estrategia en cada nodo del año 3.

El valor de la estrategia en cada nodo del año 3 es igual a la suma de los VAN de las centrales construidas en el año 3 más el valor actual de los rendimientos de la estrategia en el año 4. Por ejemplo, consideremos el nodo de mayor valor del año 3, en que el valor de la estrategia es igual a 1.272,11 M\$. Este valor se calcula como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Valor de la estrategia} \\ \text{de inversión en el nodo} \\ \text{de mayor valor del año 3} &= \left( \begin{array}{c} \text{VAN de las centrales} \\ \text{construidas en el} \\ \text{año 3} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Valor actual del valor} \\ \text{equivalentemente cierto} \\ \text{de los VAN en el año 4} \end{array} \right) \\ &= 633,14 \text{ M\$} + e^{-0,05} (887,59 \text{ M\$} \times 0,48 + 472,47 \text{ M\$} \times 0,52) = 1.272,11 \text{ M\$} \end{aligned}$$

Obviamente, hay que realizar la inversión en las seis nuevas centrales al final del año 3 si se alcanza el nodo de mayor valor.

Ahora consideremos el nodo de menor valor del año 3. En este nodo, el VAN de construir seis centrales nuevas (panel b de la Tabla 12.3) es negativo: -340,16 M\$. En consecuencia, la única manera de que sea beneficioso para Vespar construir estas centrales es que el valor descontado de los VAN equivalentemente ciertos del año 4 sea mayor que 340,16 M\$. Sin embargo, los dos VAN posibles de las inversiones del año 4, sabiendo que se ha realizado el nodo de menor valor del año 3, son negativos. En consecuencia, Vespar debería abandonar la estrategia si se alcanza este nodo en el año 3. De igual modo, se puede mostrar que lo mejor que se puede hacer es abandonar la estrategia en el segundo menor nodo del año 3; y, como consecuencia del abandono en estos dos nodos del años 3, la estrategia también debería abandonarse en el nodo más bajo del año 2.

**Tabla 12.4 Análisis dinámico de la estrategia de inversión de Vespar**

<b>Panel a. Valor de continuar la inversión (M\$)</b>					
	<b>Año</b>				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cada nodo contiene el valor descontado de invertir en el periodo siguiente (ponderado por la probabilidad neutral al riesgo en cada nodo) más el VAN de invertir en el periodo en curso.				1.272,11	887,59
			916,97		472,47
		472,15		530,10	
	85,59		201,53		118,73
		0		0	
			0		0
				0	
					0
<b>Panel b. VAN de cada fase de la estrategia de inversión<sup>a</sup> (M\$)</b>					
Fase de despliegue de la estrategia	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
Año	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
El valor en cada nodo es el VAN de invertir en las centrales que se construyen en ese periodo o cero si continuar la inversión no es ventajoso. Los nodos en los que la estrategia se abandona se determinan en el panel a.				633,14	887,59
			73,92		472,47
		(46,22)		255,65	
	(130,00)		(40,51)		118,73
		0		0	
			0		0
				0	
					0
VAN esperados de las centrales iniciadas	(130,00)	(23,11)	(1,77)	175,01	218,11
Valor actual de los VAN anuales (año 0) <sup>a</sup>	(130,00)	(20,03)	(1,33)	113,91	123,04
Valor de la estrategia (año 0)	85,59				
<b>Panel c. Sensibilidad del valor de la estrategia de inversión a la tasa de descuento</b>					
<b>Tasa de descuento (<math>k_{WACC}</math>)</b>	<b>Valor de la estrategia en el año 0</b>				
10%	127,99 M\$				
15%	88,34 M\$				
20%	55,97 M\$				
<sup>a</sup> La tasa de descuento que se utiliza aquí es del 15,39%, y se calcula como la tasa que arroja un valor de 85,59 M\$ al utilizarla para descontar al presente los VAN esperados en las cinco fases de la estrategia (empleando el modelo binomial de valoración de opciones). Dado que no conocemos la tasa de descuento hasta que hemos estimado el valor de la estrategia con el enfoque de valoración de opciones, el análisis DCF es estrictamente una herramienta para presentar la valoración de la estrategia a la alta dirección utilizando una metodología que le sea familiar.					

El nodo intermedio del año 2 merece especial atención. En este nodo, el VAN de las centrales que se construyen en el año 2 es negativo:  $-40,51$  M\$ (panel b de la Tabla 12.3). Sin embargo, como veremos, dado que existe la posibilidad de construir centrales con VAN muy elevados en el futuro, la empresa no debería abandonar la estrategia en esta situación. Siguiendo el procedimiento que utilizamos antes para analizar el mayor valor del año 3, estimamos el valor de la estrategia en este nodo (*i. e.*, el VAN de las inversiones en centrales más el valor actual del valor equivalentemente cierto de los VAN de las centrales construidas en el año 3) en  $201,53$  M\$ (panel a de la Tabla 12.4):

$$\begin{aligned} \text{Valor de la estrategia} \\ \text{de inversión en el nodo} \\ \text{intermedio del año 2} &= \left( \begin{array}{c} \text{VAN de las centrales} \\ \text{construidas en el} \\ \text{año 2} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Valor actual del valor} \\ \text{equivalentemente cierto} \\ \text{de los VAN en el año 3} \end{array} \right) \\ &= -40,51 \text{ M\$} + e^{-0,05} (530,1 \text{ M\$} \times 0,48 + 0 \text{ M\$} \times 0,52) = 201,53 \text{ M\$} \end{aligned}$$

Tras remontar todas las ramas del árbol de decisión, llegamos a que el valor de la estrategia de inversión a la fecha actual (*i. e.*, en el nodo del año 0) es  $85,59$  M\$. En consecuencia, la estrategia tiene un valor significativo, aunque todas las centrales que se construyan hoy y en el año 1 (fases I y II) tengan VAN negativos. Los VAN negativos de las inversiones iniciales se pueden entender como el coste de comprar la opción de continuar una estrategia que puede crear un valor significativo en el futuro. No es seguro que la estrategia genere inversiones con VAN positivo. En algunos nodos futuros, los VAN son muy negativos y la estrategia será abandonada. De hecho, esta opción de abandonar la estrategia es lo que genera su valor positivo. Sin la opción de abandono, la estrategia tiene un valor negativo de  $-60,01$  M\$, como calculamos con el análisis ingenio o estático (como se muestra en el panel b de la Tabla 12.3), pero con la opción tiene un valor positivo de  $85,59$  M\$, calculado utilizando el análisis dinámico (como se muestra en la Tabla 12.4).

### Recapitulación del análisis de la estrategia de Vespar

Detengámonos un momento y reconsideremos el procedimiento de cuatro pasos que acabamos de describir. Comenzamos por simular los flujos de caja en diversos escenarios para estimar la volatilidad de los valores futuros de las centrales térmicas “verdes”. A continuación utilizamos esta estimación de la volatilidad para construir un retículo binomial que resume la distribución futura de estos valores. Reducir el número de escenarios a los especificados en el retículo binomial nos facilitó la descripción de la incertidumbre subyacente al valor de una central térmica, lo que a su vez nos permitió determinar los escenarios en los que sería mejor abandonar la estrategia. Tras determinar estos escenarios, remontamos el árbol binomial para llegar hasta el valor de la estrategia.

### Estimar el valor de la estrategia de Vespar con análisis DCF

Para clarificar el análisis, suele ser útil traducir el análisis basado en opciones de la estrategia de Vespar al lenguaje del análisis DCF tradicional. Además de facilitar la comunicación del análisis a otros directivos, puede facilitar la comparación con otras estrategias. Para hacerlo, recomendamos que el analista utilice el análisis dinámico como guía para determinar las condiciones en las que se debería abandonar la estrategia. Una vez identificados estos nodos de abandono, podemos estimar el VAN esperado de las centrales que se construyen





## Anatomía de la estrategia de las centrales eléctricas de Vespar

Dado que este análisis ha requerido cierto número de hipótesis, la mayor parte de los directivos no aprobarían la estrategia a partir de él sin un análisis de sensibilidad considerable. Sin embargo, antes de hacer el análisis de sensibilidad, es útil detenerse un instante y tener en cuenta las características que hacen atractiva la estrategia de las centrales eléctricas. La estrategia es claramente de alto riesgo, pero Vespar tiene la flexibilidad de alterarla de un modo que hace de la incertidumbre una ventaja más que un inconveniente. En primer lugar, se puede abandonar la estrategia en los escenarios desfavorables en los que las alternativas de inversión presentes y futuras no parecen atractivas. En segundo lugar, la estrategia es ampliable. Dado que Vespar puede incrementar sus esfuerzos de desarrollo para construir hasta seis centrales nuevas en los escenarios en que sea provechoso hacerlo, genera unos VAN muy elevados en los nodos más favorables de los años 4 y 5. Utilizamos el análisis de sensibilidad para investigar la importancia económica de estas características.

## Análisis de sensibilidad de la estrategia de las centrales eléctricas de Vespar

Nuestro análisis de la estrategia de Vespar de invertir en centrales eléctricas térmicas de combustión limpia se basa en varias hipótesis que en última instancia determinan si la empresa debería seguir adelante. En consecuencia, el siguiente paso en el análisis consiste en investigar el impacto de las suposiciones por separado en la decisión final de emprender la estrategia de inversión. Exploramos estas hipótesis de forma muy similar a como hicimos anteriormente para la inversión en una única central: en la siguiente sección, realizamos análisis de sensibilidad del punto muerto de cada uno de los factores claves individualmente. Tras ello, construimos y analizamos un modelo de simulación que incorpora múltiples fuentes de incertidumbre simultáneamente.

### Análisis de sensibilidad de las variables consideradas por separado

El primer factor que se considera es el calendario de la estrategia de inversión. ¿Qué ocurrirá si el desarrollo de la estrategia no se puede llevar a cabo en los cuatro años previstos?<sup>4</sup> En concreto, consideraremos la posibilidad de que Vespar reduzca el número de centrales que es capaz de construir en el año 3, de 6 a 3 centrales, y en el año 4, de 6 a 4 centrales. Si este es el caso, el valor de la estrategia se reduce dramáticamente: de 85,59 M\$ a -9,71 M\$, ¡una caída de 95,3 M\$<sup>5</sup>! Obviamente, es crítico que Vespar sea capaz de alcanzar el número de centrales planificadas en los años 3 y 4, cuando la estrategia empieza a crear valor.

Un segundo factor que es potencialmente importante en el análisis es el coste de construir cada nueva central en cada fase del despliegue de la estrategia. Hasta este momento, hemos tratado estos costes de construcción como si fueran conocidos. Para obtener cierta perspectiva

---

<sup>4</sup>Recuerde que las estimaciones de costes de las centrales suponían deliberadamente que todas las centrales se construían secuencialmente, porque es gracias al aprendizaje que ocurre al construir y explotar las centrales como se reducen los costes asociados. Por ejemplo, si este no fuera el caso, Vespar rechazaría la construcción de la primera central o de cualquiera de las centrales del año 1, puesto que las tres tienen VAN negativos.

<sup>5</sup>Este análisis supone que Vespar emprende la inversión y descubre al final del segundo año que puede construir un máximo de tres y cuatro centrales en los últimos dos años de la estrategia. Por supuesto, si Vespar fuese consciente hoy de las restricciones en el número de centrales que podrá construir en los años 3 y 4, la valoración de la estrategia sugeriría que se abandonase el plan antes de realizar ninguna inversión, lo que produciría una valoración de la estrategia de cero.

sobre la importancia de la incertidumbre de este parámetro, consideramos cuál es el máximo exceso de coste que la estrategia podría soportar antes de que su valor cayese a cero. Para ello, tenemos en cuenta la posibilidad de que el coste de construir las centrales durante el despliegue de la estrategia se incremente en un 5%. En este caso, el valor de la estrategia cae hasta -25,7 M\$. Si despejamos el porcentaje de exceso de coste, hallamos que los costes de construcción de todas las centrales pueden aumentar en tan solo un 3,98% antes de que el valor de la estrategia se vuelva negativo. Obviamente, el valor de la estrategia es muy sensible a este parámetro, en consecuencia, se justifica invertir tiempo y recursos en afinar las estimaciones.

El último factor clave que consideraremos en nuestro análisis es la distribución de los valores futuros de las centrales, que se describieron en el retículo binomial del panel a de la Tabla 12.3. En concreto, consideramos cómo varía el valor de la estrategia si cambia la incertidumbre sobre los valores futuros de las centrales. Los valores de las centrales especificados en nuestro árbol binomial original reflejaban una volatilidad estimada<sup>6</sup> de 0,08. Si esta volatilidad se reduce hasta 0,0462, el VAN de la estrategia de inversión cae a cero, y si la volatilidad se reduce hasta 0,04, el valor de la estrategia cae hasta -15,56 M\$. Sin embargo, si la volatilidad de los valores de las centrales aumenta hasta 0,1, el valor de la estrategia sube hasta 139,64 M\$. De nuevo, la sensibilidad del valor de la estrategia a la volatilidad sugiere que se debe invertir tiempo y esfuerzo en afinar esta estimación. La idea clave es que una mayor volatilidad incrementa significativamente el potencial de mejorar la estrategia de inversión, pero, a causa de la opción de abandono, tiene un efecto mucho menor en el potencial de empeorar.

### Análisis de la estrategia mediante simulación

En el Capítulo 3 aprendimos que el análisis de sensibilidad del punto muerto proporciona una herramienta útil para evaluar la importancia de las variaciones en los factores clave de uno en uno. Sin embargo, si queremos una perspectiva más amplia de la incertidumbre subyacente al resultado de la estrategia, tenemos que construir un modelo de simulación que capture simultáneamente las incertidumbres de los diferentes parámetros clave.

La Tabla 12.5 muestra las hipótesis y proyecciones utilizadas para construir un modelo de simulación del valor de la estrategia. El panel a de la Tabla 12.5 define los dos valores clave (los costes de construcción y el valor actual de los flujos de caja futuros) y las hipótesis que subyacen a la simulación. En breve, para capturar la incertidumbre del coste de construir nuevas centrales, consideramos un factor multiplicativo de exceso de coste, que sigue una distribución triangular con un valor más probable de 1 (que indica que no hay exceso de coste) y unos valores mínimo y máximo<sup>7</sup>. (Los valores concretos del parámetro se describen en el panel a de la Tabla 12.5). Se supone que los valores simulados de exceso de coste están correlacionados positivamente a lo largo del tiempo, con un coeficiente de

<sup>6</sup>Suponemos un tipo de interés libre de riesgo ( $r$ ) del 5% y un rendimiento ( $\delta$ ) del 3,5%. Utilizando el procedimiento de simulación descrito en los pasos 1 y 2, estimamos el parámetro de volatilidad ( $\sigma$ ) en un 8%. Dados estos valores, el movimiento al alza se calcula como  $u = e^{r-\delta+\sigma} = 1,0997$  y el movimiento a la baja como  $u = e^{r-\delta-\sigma} = 0,9370$ . Se sigue que la probabilidad neutral al riesgo, dada por:

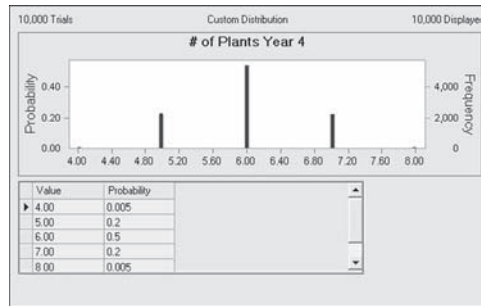
$$P = \frac{e^{(r-\delta)} - e^{(r-\delta)-\sigma}}{e^{(r-\delta)+\sigma} - e^{(r-\delta)-\sigma}}$$

es igual a 0,48 en el estado alto.

<sup>7</sup>En otras palabras, el coste de construir una nueva central en el año  $t$  es igual al coste estimado de construir una central en el año  $t$  multiplicado por  $(1 + \text{porcentaje de exceso de coste})$ .

**Tabla 12.5** Análisis mediante simulación de la estrategia de inversión de Vespar**Panel a. Hipótesis**

Factor clave	Hipótesis subyacentes a la simulación																												
<p><b>Costes de construcción de una central</b></p> <p>Ejemplo: construcción de una central en el año 0</p> <p>450 M\$ × factor de exceso de coste</p> <p>El factor de exceso de coste sigue una distribución con valor mínimo de 0,99, un valor más probable de 1,00 y un valor máximo de 1,05.</p>	<p><b>Distribución de los factores de exceso de coste</b></p> <p><i>Hipótesis:</i> triangular (parámetros a continuación)<sup>a</sup></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Año 0</th> <th>Año 1</th> <th>Año 2</th> <th>Año 3</th> <th>Año 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mínimo</td> <td>0,99</td> <td>0,95</td> <td>0,95</td> <td>0,90</td> <td>0,87</td> </tr> <tr> <td>Más probable</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Máximo</td> <td>1,05</td> <td>1,05</td> <td>1,10</td> <td>1,20</td> <td>1,25</td> </tr> </tbody> </table>						Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Mínimo	0,99	0,95	0,95	0,90	0,87	Más probable	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Máximo	1,05	1,05	1,10	1,20	1,25
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4																								
Mínimo	0,99	0,95	0,95	0,90	0,87																								
Más probable	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																								
Máximo	1,05	1,05	1,10	1,20	1,25																								
<p><b>Valor de los flujos de caja futuros de la central</b></p> <p>La volatilidad de las tasas anuales de rendimiento al invertir en las centrales térmicas es el principal factor determinante del valor actual de los flujos de caja futuros de la central.</p>	<p><b>Distribución de la volatilidad</b></p> <p><i>Hipótesis:</i> triangular (parámetros a continuación)</p> <p>Mínimo = 0,06; más probable = 0,08; máximo = 0,15</p> <p><b>Distribución del n.º de centrales en los años 3 y 4</b></p> <p><i>Hipótesis:</i> discreta (idéntica en ambos años)<sup>b</sup></p>																												



<sup>a</sup>Se supone que los factores de exceso de coste están altamente correlacionados con un coeficiente interanual de 0,9.

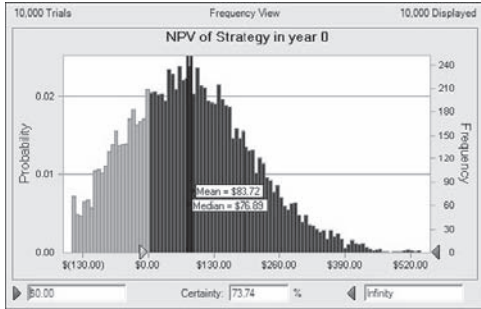
<sup>b</sup>Se supone que el número de centrales construidas en el año 4 está altamente correlado (correlación = 0,9) con el número de ellas construidas en el año 3.

0,9. Esto significa que la simulación tiene en cuenta el hecho de que si hay un exceso de coste en las centrales construidas en el año 1, es altamente probable que los costes en los siguientes años también sean mayores que lo esperado.

El valor de las centrales en cada fecha futura se modeliza utilizando el retículo binomial del panel a de la Tabla 12.3. Sin embargo, como expusimos en el análisis de sensibilidad del punto muerto, la incertidumbre que subyace a estos valores se refleja en la volatilidad de los rendimientos de las inversiones en las centrales, que hemos supuesto igual a 0,08. Para incorporar los efectos de la incertidumbre en esta estimación, utilizamos una distribución triangular con valores 0,06; 0,08 y 0,15, que representan los valores mínimo, más probable y máximo de la distribución de la volatilidad<sup>8</sup>.

<sup>8</sup>Nótese que, ya que la volatilidad de los precios de las centrales no se puede inferir de los derivados financieros que cotizan, debemos estimarla por otros medios. Dado que siempre hay un error de estima-

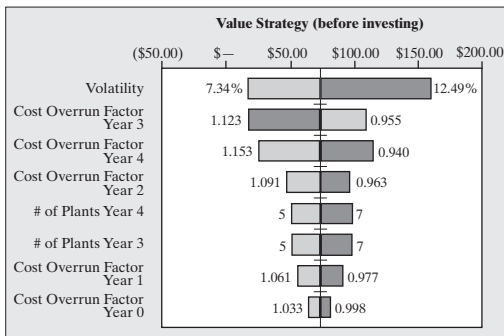
**Panel b. Distribución simulada de los valores actuales de la estrategia**



El recuadro *certainty* (nivel de confianza) contiene el porcentaje de área bajo la distribución del VAN que está por encima de cero. En consecuencia, la probabilidad de que el VAN de la estrategia sea negativo es igual a 26,26% (es decir, 100% – 73,74%).

El VAN medio de la estrategia no es igual al valor calculado antes por dos razones: en primer lugar, las distribuciones de algunos factores en la simulación tienen valores esperados que difieren ligeramente de los utilizados en el análisis previo. En segundo lugar, tenemos en cuenta la correlación entre los factores, que no se consideraba en los análisis anteriores.

**Panel c. Análisis de sensibilidad-diagrama de tornado**



El diagrama de tornado contiene estimaciones del valor actual de la estrategia (VAN del año 0), en las que se hace cada hipótesis o factor (a la izquierda del diagrama) igual a su percentil 10 ó 90, respectivamente. Las hipótesis que tienen mayor impacto en el valor de la estrategia se sitúan en lo alto del diagrama (por ejemplo, la volatilidad), seguidas de las demás hipótesis en orden decreciente de impacto sobre el valor de la estrategia.

Cada iteración del proceso de simulación calcula un valor de la estrategia del mismo modo que hicimos antes con el método de valoración de opciones. Sin embargo, en cada iteración tomamos diferentes valores de cada uno de los factores clave a partir de sus distribuciones, descritas en el panel a de la Tabla 12.5, lo que produce diferentes estimaciones del valor de la estrategia.

La simulación se centra en el VAN de la estrategia de Vespar partiendo de la hipótesis de que se compromete a implementarla construyendo la primera central en el año 0. Pasado un año, Vespar puede decidir si construirá la segunda central dependiendo de las condiciones del mercado (*i. e.*, el valor estimado de los flujos de caja de la central al final del año 1), y así en adelante.

ción en la volatilidad, incorporamos esta medida como uno de los factores clave en el análisis de simulación.

El panel b de la Tabla 12.5 contiene la distribución de los valores simulados de la estrategia de inversión a partir de 10.000 iteraciones. Nótese que esta simulación genera un amplio rango de valores de la estrategia, y que en más del 73% de ellos el valor es positivo. Esto, por supuesto, significa que en más del 26% de los experimentos de simulación la estrategia genera un VAN negativo, con un peor escenario de un VAN de  $-152$  M\$. Sin embargo, el VAN máximo de  $539,47$  M\$ es todavía más impresionante. Una vez más, la moraleja de este análisis es: aunque el VAN de la estrategia es positivo bajo nuestras hipótesis más optimistas, podemos imaginar otras bajo las cuales la estrategia genera un VAN negativo, y otras más con las que el VAN es muy grande.

El panel c de la Tabla 12.5 muestra un diagrama de tornado, una herramienta que se utiliza para organizar la información de un análisis de sensibilidad y que presentamos en el Capítulo 3. Esta herramienta muestra la sensibilidad de la valoración de la estrategia a las variaciones en cada una de las hipótesis subyacentes. En concreto, el diagrama de tornado contiene la estimación del valor actual de la estrategia (VAN del año 0), medida en el eje horizontal en lo alto del diagrama, haciendo que cada hipótesis o factor clave (a la izquierda) sea igual al percentil 10 ó 90 de su propia distribución. Por ejemplo, si la volatilidad es igual a su percentil 90 (que es 12,49%), el valor de la estrategia *ceteris paribus* es igual a  $159,88$  M\$. Del mismo modo, si el factor de exceso de coste del año 3 fuese igual a su percentil 10 (que es 0,955), el valor de la estrategia aumentaría hasta  $118,64$  M\$. La siguiente variable más influyente en el análisis es el factor de exceso de coste en el año 4, y así en adelante.

En consecuencia, vemos en el diagrama de tornado que el factor clave del análisis (de acuerdo con las estimaciones de los parámetros utilizadas por el analista de Vespar) es la volatilidad en las variaciones del valor actual de los flujos de caja de las centrales, seguida por los costes de construcción de las centrales en los años 3 y 4. Este tipo de análisis puede ayudar a los directivos a decidir dónde concentrar sus esfuerzos, tanto en términos de las proyecciones que se deben hacer antes de emprender la inversión como en los esfuerzos de seguimiento que se hacen una vez iniciada la estrategia de inversión.

## 12.4. VALOR ESTRATÉGICO ANTE UN FUTURO INCIERTO

El caso de Vespar es un ejemplo organizado, en el que las inversiones futuras que comprende la estrategia se pueden identificar con un alto grado de certidumbre. En casos como este hemos demostrado que un análisis cuantitativo como el de las opciones puede resultar muy útil. Sin embargo, a menudo es bastante difícil identificar *a priori* las opciones estratégicas relevantes, lo que hace mucho más difícil la valoración cuantitativa. ¿Quién iba a decir, por ejemplo, que la incursión de Dell en la década de 1980 en la venta de ordenadores directa al usuario final llevaría al desarrollo de un canal de distribución que se adaptaría a la venta de periféricos como impresoras o incluso televisores planos? De forma similar, cuando Apple Computer comenzó a desarrollar las primeras PDA, ¿quién habría adivinado que desencadenaría el fenómeno del iPod?

La idea es que las inversiones estratégicas a menudo terminan por crear oportunidades valiosas de inversión que son imposibles de imaginar en el momento en que se inicia la estrategia. ¿Qué tiene que hacer entonces el analista para buscar opciones estratégicas valiosas? Esta es una pregunta difícil; no obstante, creemos que hay algunos factores clave que, cuando están presentes, sugieren una mayor probabilidad de aparición de opciones estratégicas de valor. Reconocer las situaciones en las que es más probable encontrar opciones estratégicas es el primer paso al valorar nuevas propuestas de inversión.

## ¿Qué inversiones generan opciones estratégicas?

Para mostrar cómo las opciones estratégicas pueden tener mucho valor y a la vez ser difíciles de definir *a priori*, consideremos la entrada de Heinz, Inc., en la India en 1994. En aquel momento, se esperaba que el mercado potencial en la India fuese grande, pero altamente incierto y sin desarrollar. La India tenía cerca de 350 millones de consumidores urbanos de clase media, que demandaban cada vez más variedad de productos alimenticios preparados. Solo el 2% de los alimentos eran procesados, lo que sugería que el país estaba maduro para más inversiones en procesamiento de alimentos. Sin embargo, a pesar de este potencial era difícil definir con precisión un proyecto inicial de inversión que tuviese un VAN positivo al estudiarlo aisladamente. Cualquier proyecto que se planteara tenía un elevado riesgo de fracaso, pero con tiempo y experiencia, la dirección de Heinz terminó por confiar en que la inversión inicial conduciría a oportunidades de inversión valiosas.

Heinz hizo su entrada estratégica en los mercados indios comprando la división de productos de consumo de Glaxo (India). Aunque algunas de las marcas de productos de consumo que compró eran rentables, la estrategia no produjo la penetración en el mercado indio que Heinz había esperado. Sin embargo, Heinz aprendió de sus errores y cambió de estrategia para ofrecer envases de menor tamaño, llamados sachets, que eran más baratos y por tanto más atractivos para los compradores de rentas más bajas. Esta estrategia tuvo éxito y atrajo a nuevos clientes que antes no estaban dispuestos a probar los productos.

Podemos generalizar las experiencias iniciales de Heinz en el mercado indio para identificar tres factores clave que determinan el valor de una opción estratégica.

**Factor 1: Una alta incertidumbre combinada con flexibilidad estratégica es una fórmula potente de creación de valor.** La entrada de Heinz en el mercado indio prometía resultados muy inciertos pero potencialmente muy rentables. Esta situación ilustra la siguiente idea: del mismo modo que una incertidumbre elevada implica un mayor potencial de rentabilidad, también incrementa el valor de una estrategia de inversión en varias etapas. Dicho simplemente, si la implementación de la estrategia es flexible, la empresa puede limitar los costes asociados con un mal resultado y sacar provecho de los beneficios de un buen resultado.

**Factor 2: La estrategia crea capacidades relativamente únicas.** Dado que los proyectos con VAN elevados solo surgen cuando hay una competencia limitada, las empresas deben intentar desarrollar capacidades que las distingan de sus competidores. Heinz tenía una marca internacionalmente reconocida, pero necesitaba adaptarla a los gustos locales. Al entrar pronto en la India y desarrollar una reputación de productos de calidad, Heinz podía esperar desarrollar una marca dentro del país que pudiera utilizar en un amplio abanico de productos. En otras palabras, desarrollar una marca puede ser la primera etapa de una estrategia de inversión que produzca múltiples inversiones con VAN positivo en el futuro.

**Factor 3: Las capacidades adquiridas conducen a oportunidades de inversión ampliables.** Ya hemos enfatizado que la incertidumbre crea valor solo cuando está vinculada a la flexibilidad, y la flexibilidad más importante es quizá la de expandirse. Dado el tamaño y el potencial de crecimiento del mercado indio, estaba claro que la inversión de Heinz era ampliable.

## ¿Cómo afecta la estructura de la empresa a la valoración de opciones estratégicas?

Hasta este momento nos hemos centrado en las oportunidades de inversión estratégicas, sin analizar la empresa en sí. Y de hecho, las oportunidades de inversión con VAN positivo surgen como resultado de casar la oportunidad con la capacidad de la empresa de aprovecharla. Como veremos, la capacidad suele estar relacionada con las características de la estructura financiera de la empresa, su fuerza de trabajo y sus decisiones pasadas de inversión.

**Decisión 1: Flexibilidad financiera.** Un buen *rating* crediticio puede aumentar el valor de las opciones por dos razones. La primera es que una empresa con buen *rating* puede estar mejor posicionada para aprovechar las oportunidades con rapidez cuando se presentan, sin tener que buscar financiadores. Además, es menos probable que una empresa con recursos financieros se vea presionada para invertir demasiado pronto, cuando la opción de esperar es valiosa.

Aunque la flexibilidad financiera aumenta el valor de las opciones estratégicas de una empresa, esto no significa que las empresas no deban financiarse con deuda. De hecho, como vimos en el Capítulo 4, a causa de la deducibilidad fiscal de los gastos por intereses, el WACC de una empresa se reduce conforme incorpora más deuda en su estructura de capital. Además, la flexibilidad financiera puede llevar a una empresa con una dirección floja a tomar decisiones equivocadas que reduzcan su valor. En efecto, las dificultades financieras, que limitan severamente la flexibilidad, en ocasiones pueden imponer la disciplina necesaria en una empresa para que ejerza sus opciones de abandonar los malos proyectos a tiempo.

**Decisión 2: Flexibilidad de la fuerza de trabajo.** Las empresas con una plantilla más flexible pueden moverse con rapidez para aprovechar las oportunidades en cuanto surgen, y pueden abandonar con más facilidad las inversiones improductivas cuando es necesario hacerlo. Las empresas con plantillas muy flexibles responden afirmativamente a las siguientes preguntas: ¿rotan los profesionales por diferentes puestos como parte de su formación, de modo que puedan ser luego reubicados a donde aporten más valor? ¿Tienen los empleados una amplia formación que les permita adquirir nuevas habilidades, o tienden a tener habilidades muy limitadas que reducen su flexibilidad? ¿Tiene la empresa una normativa laboral flexible? Las normativas inflexibles que imponen los sindicatos o los gobiernos suelen limitar la capacidad de una empresa de ejercer de forma óptima sus opciones estratégicas. En esta línea, una empresa estadounidense, que en general tiene una normativa laboral más flexible, suele estar mejor posicionada para ejercer opciones estratégicas que una empresa francesa o italiana, que está sujeta a más restricciones regulatorias.

**Decisión 3: Diversificación.** Hay literatura abundante y creciente sobre las ventajas e inconvenientes de la diversificación. En su mayor parte, esta literatura analiza el equilibrio entre los beneficios de reducir el riesgo mediante la diversificación y los costes de dedicar a los directivos a inversiones fuera de su área de conocimiento. A la lista creciente de los pros y contras de la diversificación nos gustaría añadir la posibilidad de que una empresa diversificada tenga una mayor flexibilidad que permita a su dirección ejercer opciones estratégicas de valor.

Para ilustrar los problemas que rodean a la diversificación y las opciones estratégicas, consideremos la situación en la que se encuentran las inversiones inmobiliarias y de petró-



leo y gas. En estos casos, la diversificación permite a la empresa mover recursos a donde son más productivos. La empresa de petróleo y gas concentrará sus esfuerzos en producir petróleo cuando los precios del petróleo son más elevados, y en producir gas natural cuando los elevados sean los precios del gas. De forma similar, una empresa que se dedica al negocio inmobiliario en Dallas y Los Ángeles tiene la opción de concentrar sus esfuerzos en Dallas cuando la economía va bien allí, y en Los Ángeles cuando es allí donde funciona mejor el negocio. Una empresa de fabricación también se beneficia de la flexibilidad, porque puede cambiar la producción a las instalaciones de menor coste; pero no querrá cerrar por completo una instalación de elevado coste porque querrá mantener la opción de mover la producción de vuelta a ella si la situación cambia.

Hay que enfatizar que los beneficios de la diversificación solo surgen cuando los distintos negocios son lo suficientemente parecidos como para que puedan realmente intercambiar recursos. La diversificación no relacionada, como la adquisición de los grandes almacenes Montgomery Ward por parte de Mobil Oil Corporation, es difícil de justificar con este tipo de análisis. También hay que enfatizar en que los beneficios de la diversificación requieren una dirección de alta calidad con incentivos para ejercer de forma óptima las opciones de intercambiar recursos. De hecho, hay quien argumenta que la diversificación destruye valor porque los directivos tienden a ejercer perversamente estas opciones: financiar negocios que funcionan mal con los beneficios de los que funcionan bien.

## Incentivos a los directivos, psicología y ejercicio de opciones estratégicas

En nuestros análisis anteriores supusimos que los directivos ejercen sus opciones estratégicas de forma óptima. Sin embargo, en la realidad los directivos se desvían del ejercicio óptimo dependiendo de cómo se les retribuye, la estructura organizativa y la psicología gerencial<sup>9</sup>.

Dado que las opciones de expansión y abandono son cruciales para determinar el valor de una estrategia de inversión, merecen una atención especial. Los directivos pueden ser reacios a abandonar una estrategia, e incluso pueden querer expandir una estrategia de forma prematura. Esto puede deberse a que la decisión de expandir o abandonar una estrategia podría transmitir información a los inversores que afecte a la cotización de la empresa. Por ejemplo, la decisión de abandonar una estrategia puede dar información negativa sobre las perspectivas de una empresa, y por tanto puede llevar a una reducción de la cotización incluso aunque la decisión sea buena y beneficie a los accionistas. A causa del potencial de una reacción negativa en la cotización, los directivos pueden ser reacios a abandonar una estrategia que destruye valor.

Como expusimos en el Capítulo 8, dependiendo de las circunstancias, la dirección de una empresa puede estar más o menos preocupada por la cotización. Si, por ejemplo, es probable que la empresa busque capital externo en un futuro próximo, o si los directivos tienen opciones sobre acciones que están cerca de su vencimiento, estos serán muy cautos

---

<sup>9</sup>Recuerde del Capítulo 11 que los directivos pueden tener razones válidas para ejercer las opciones demasiado pronto incluso cuando la opción de posponer sugiere lo contrario. De forma similar, les puede parecer difícil ejercer la opción de abandono por razones válidas o por razones que son óptimas desde el punto de vista personal pero no necesariamente desde el de la empresa (recuerde la reflexión sobre la gestión de beneficios del Capítulo 9).

respecto a hacer anuncios que puedan ser interpretados como algo negativo. Por tanto, en estas situaciones pueden ser reacios a abandonar de forma óptima lo que al comienzo parecía una buena estrategia pero terminó por volverse amarga.

La segunda razón para no ejercer una opción de abandono de forma óptima está estrechamente relacionada con la primera, y surge por la información que la opción revela dentro de una organización. El problema surge cuando las personas que originalmente aprobaron una estrategia son también las responsables de decidir cuándo abandonarla. En este caso, el abandono puede verse como una admisión de que la decisión original era un error. Cuando la decisión de abandonar da una mala imagen de quien toma la decisión, quizá influyendo sobre sus oportunidades de promoción y su bonus, esta persona tiene un incentivo claro para interpretar las condiciones del mercado de forma mucho más favorable que lo razonable, en la esperanza de que evolucionen de forma que la estrategia se vuelva rentable.

Por ejemplo, en el panel a de la Tabla 12.4, podemos ver que en el nodo de menor valor del año 2 lo óptimo es abandonar la estrategia (*i. e.*, el valor de la estrategia es negativo). Sin embargo, para proteger su reputación personal, el responsable del proyecto puede argumentar que si la situación cambia en el año 3, aún es posible que la estrategia genere un VAN positivo; en efecto, una secuencia de dos cambios positivos en el valor de las centrales en los años 3 y 4 haría que el valor de la estrategia fuese de 118,73 M\$. Si consigue convencer a la alta dirección de que este evento es probable, entonces puede que permitan que la estrategia siga adelante.

La última razón que hace que los directivos a veces no ejerzan de forma óptima la opción de abandonar una estrategia es psicológica, y surge a causa de lo que se denomina “disonancia cognitiva”, que significa que las personas tienden a observar de forma selectiva la información que respalda sus decisiones. La idea básica es que queremos evitar la información que nos lleva a cuestionar nuestras capacidades. El beneficio de esta tendencia psicológica es que nos permite mantener la confianza en nuestras capacidades, incluso confrontados a nuestros errores. Tener directivos con confianza puede tener algunos beneficios para la organización, pero tiene el inconveniente obvio de que puede generar malas decisiones. En concreto, no se puede confiar en que el equipo de proyecto que inició una estrategia evalúe de forma objetiva cuándo debería ser abandonada.

La idea importante que hay que recordar es que, incluso con la mejor de las intenciones, los directivos pueden no ejercer la opción de abandono de forma óptima. Esto sugiere que limitarse a trastear con la retribución para animar a los directivos a reconocer sus errores puede no ser suficiente. Es muy difícil proporcionar incentivos a los directivos para hacer lo correcto si piensan que ya lo están haciendo. Por tanto, hay que ser cuidadoso al implementar una estrategia cuyo valor es muy sensible al ejercicio óptimo de las opciones de abandono.

Es probable que los factores que vuelven a los directivos reacios a abandonar de forma óptima una inversión sean más relevantes en las estrategias más ambiguas de describir y evaluar. El sesgo de oponerse a tomar decisiones basadas en información ambigua es un fenómeno del comportamiento documentado y conocido como la paradoja de Ellsberg (véase el recuadro de Consejos de comportamiento).

Para comprender cómo la ambigüedad influye en las decisiones de abandono, compare el ejemplo de Vespas en este capítulo con los ejemplos del Capítulo 11, en los que el dueño de un yacimiento petrolífero tenía la opción de explotarlo en un número determi-

## CONSEJOS DE COMPORTAMIENTO

### Tomar decisiones con ambigüedad: la paradoja de Ellsberg

Daniel Ellsberg se hizo famoso durante la guerra de Vietnam por filtrar ciertos documentos sensibles del Gobierno conocidos como los Papeles del Pentágono. También es conocido por identificar un atributo importante del comportamiento humano que se ha dado en llamar la **paradoja de Ellsberg**<sup>\*</sup>. La idea de la paradoja es que las personas tienden a ser reticentes a tomar decisiones basadas en decisiones ambiguas.

Para ilustrar este rasgo de comportamiento, Ellsberg pidió a los participantes en su experimento que sacaran una bola de una de dos urnas, cada una de las cuales contenía 100 bolas. En una urna sabemos que hay 50 bolas rojas y 50 negras. En la otra urna el número de bolas rojas y negras es desconocido (es decir, ambiguo). Si el individuo saca una bola roja, recibe 50 \$, pero si saca una bola negra no recibe nada.

Ellsberg observó que, enfrentados a este dilema, las personas elegían por mayoría abrumadora la urna con las proporciones conocidas de bolas rojas y negras. Si el participante elegía la primera urna, la de proporciones conocidas, el investigador decía lo siguiente: “Así que usted piensa que la probabilidad de sacar una bola roja de la urna 50-50 es mayor que la de sacarla de la urna de proporciones desconocidas”. El investigador pedía entonces al participante que extrajera otra bola, pero le decía que en este caso recibiría 50 \$ si la bola que sacaba era negra. Enfrentados a esta nueva decisión, ¡los participantes volvían a elegir por mayoría abrumadora la urna 50-50! Los participantes en el experimento preferían de nuevo la urna donde la probabilidad de sacar una bola roja o negra era conocida (menos ambigua).

El sesgo natural en contra de tomar decisiones que involucren ambigüedad es un desafío importante para los directivos que evalúan inversiones con un valor estratégico potencial. Podría haber renuencia a aceptar una inversión basada en oportunidades futuras que son vagas y difíciles de cuantificar. De forma similar, la aversión a la ambigüedad puede llevar a los directivos a ser demasiado lentos al ejercer la opción de abandonar una estrategia, cuando la información desfavorable es vaga y difícil de cuantificar. De hecho, algunos especulan que Daniel Ellsberg pensaba que, a causa de la falta de información concreta, los Estados Unidos eran reacios a salir de Vietnam (*i. e.*, eran lentos al ejercer su opción de abandono), y que filtró los Papeles del Pentágono para ayudar a clarificar la decisión.

<sup>\*</sup> Daniel Ellsberg, “Risk, Ambiguity, and the Savage Axioms”, *Quarterly Journal of Economics* 75 (1961), 643-649.

nado de años. En el ejemplo del yacimiento, la decisión de abandonar se basaba principalmente en los precios del petróleo. Dado que estos precios son fáciles de observar y difíciles de predecir, los problemas de incentivos y de comportamiento asociados con la decisión de abandonar serán poco importantes. En concreto, las cifras de la decisión son relativamente inmediatas de analizar (el proyecto debería abandonarse cuando el precio del petróleo caiga), y dado que el precio del petróleo es difícil de predecir, no es probable que el deterioro del valor del yacimiento dañe la imagen de la persona que en un inicio decidió invertir en el proyecto.

Las cifras de la estrategia de Vespar, no obstante, son mucho más ambiguas y por tanto más difíciles de evaluar para quien la ve desde fuera. El inicio del proyecto debe basarse en

un número de variables subjetivas que requieren el juicio experto de los directivos. Esto quiere decir que la decisión de abandono también debe basarse en información subjetiva y reflejar por tanto el juicio del directivo. Esto apunta a que es más probable que los problemas de comportamiento e incentivos influyan en la decisión de abandono en el ejemplo de Vespar.

## 12.5. RESUMEN

A lo largo de este libro hemos descrito enfoques para evaluar proyectos de inversión de forma aislada. En este capítulo hemos apartado nuestra atención de los proyectos individuales para pensar de forma más amplia en las inversiones de una empresa como parte de una estrategia global. De este análisis hemos sacado tres lecciones importantes. En primer lugar, la mayor parte de los proyectos relevantes deberían ser considerados como parte de estrategias de inversión más amplias, y como tales deberían ser valorados. En segundo lugar, aunque la evaluación de la estrategia de negocio de una empresa depende fuertemente del juicio experto de la alta dirección, las decisiones estratégicas tienen consecuencias financieras que hay que estimar, por crudas que sean. La última lección es que no todas las empresas fueron creadas iguales en lo que a capacidad de aprovechar las oportunidades estratégicas de inversión se refiere. La estructura organizativa, la estructura financiera y el modo en que la empresa elige diversificar juegan papeles importantes en la capacidad de la empresa de ejercer opciones estratégicas de forma óptima.

En todo el libro hemos defendido que se debe adoptar un enfoque disciplinado y cuantitativo para evaluar las oportunidades de inversión. Además de aportar información más precisa para tomar la decisión, un proceso de valoración cuantitativa tiende a eliminar las consideraciones políticas, lo que facilita la evaluación de la inversión basada en sus atributos económicos en lugar de en el poder o la capacidad de persuasión del defensor del proyecto. La ventaja de utilizar un enfoque cuantitativo y disciplinado es especialmente relevante en la evaluación de estrategias de inversión, dado que por su propia naturaleza son mucho más ambiguas, y por tanto más sensibles a los sesgos asociados a los aspectos políticos.

Dado que la estrategia tiende a ser ambigua, es mucho más difícil aplicar un enfoque cuantitativo a la evaluación de estrategias de inversión que a proyectos por separado. Aunque es una labor ingente, el análisis de opciones reales proporciona a la dirección un marco de trabajo y las herramientas necesarias para cuantificar el valor estratégico. Los directivos advertirán que el enfoque sugerido requiere que el analista haga numerosas hipótesis. No obstante, si las hipótesis no se hacen de forma explícita en un análisis cuantitativo, por defecto se hacen implícitamente en un análisis más cualitativo. De hecho, aunque el análisis de opciones reales sigue requiriendo una dosis considerable de juicio experto, permite a los directivos aplicar su intuición de forma disciplinada. Por ejemplo, con un enfoque de opciones reales el analista puede realizar un análisis de sensibilidad para determinar de qué modo afecta cada hipótesis a la valoración de la estrategia de inversión, y por tanto puede localizar las hipótesis más relevantes para el éxito de la estrategia.

La idea final que queremos enfatizar es que el enfoque que aquí presentamos va más allá de la valoración de una estrategia de inversión y entra en el terreno de la implementación óptima. Para ser más concretos, hemos presentado un enfoque que no solo valora

opciones sino que también orienta sobre cuándo deberían ejercerse de forma óptima. Por ejemplo, nuestro enfoque puede utilizarse para decidir cuándo debería expandirse una estrategia (“¿deberíamos construir cinco centrales eléctricas en lugar de tres?”), y cuándo debería abandonarse. Además, este enfoque se adentra en cómo deben organizarse las empresas para extraer el máximo valor de sus estrategias de inversión. La palabra clave es flexibilidad. Cuando las empresas diseñan su organización y deciden su estructura financiera, es crucial que sean conscientes de los beneficios de ser flexibles en un entorno incierto.

## PROBLEMAS

**12.1. OPCIONALIDAD Y VALOR ESTRATÉGICO.** Una de las principales empresas de entretenimiento le ha contratado para que evalúe la compra de un terreno junto a uno de sus nuevos parques de atracciones en Australia. El terreno no se explotará inmediatamente sino más adelante, y en él se construirán hoteles de alta o baja ocupación, dependiendo del éxito del parque de atracciones.

Describa una estrategia para explotar el terreno y el enfoque que adoptaría para valorar la estrategia. Comente las ventajas de ese enfoque para evaluar el valor del terreno (no se requieren cálculos).

**12.2. ANALIZAR UNA ESTRATEGIA MEDIANTE ANÁLISIS DE OPCIONES.** Reliable Industries está considerando invertir en la construcción de una central eléctrica en la India. Los analistas de Reliable calculan que el coste de construir la central es de 600 M\$ y la TIR es del 13%. También estiman que, con la experiencia de haber construido la primera central, el coste de construir la segunda será de 550 M\$, y el de las siguientes centrales será de 500 M\$ cada una.

- a. ¿Cómo haría para decidir si construir o no esta central eléctrica en la India?
- b. ¿Está usted evaluando un proyecto o una estrategia?
- c. ¿Cómo es el riesgo de la estrategia de las centrales eléctricas comparado con el riesgo de las centrales eléctricas por separado?

**12.3. PROBLEMA PARA REFLEXIONAR.** Muchos analistas financieros son escépticos sobre el uso de consideraciones estratégicas para justificar un proyecto. Esta opinión se basa en la observación de que algunas de las inversiones más desastrosas se basaban en una lógica estratégica. No obstante, esta manera de pensar puede llevar a una forma de miopía directiva en la que los únicos proyectos que sobrevivirán a la criba de aceptación de la empresa son aquellos cuyos flujos de caja futuros pueden ser fácilmente identificados y predichos. Comente la validez de esta afirmación (no se requieren cálculos).

**12.4. VALORAR UNA ESTRATEGIA DE NEGOCIO.** La alta dirección de Vesper estaba a punto de emprender la estrategia de las centrales térmicas de combustión limpia cuando recibió una llamada del ingeniero jefe del contratista que había sido seleccionado para construir la primera central. El ingeniero proponía el siguiente cambio de plan: en lugar de construir cuatro centrales en los años 1 y 2 (dos cada año), sugería que la empresa considerase la posibilidad de construir solo una central cada año y que gastase los fondos restantes en I+D para que el aprendizaje que se esperaba obtener con la construcción de múltiples centrales efectivamente se obtuviese. El coste de las centrales más el coste adicional de I+D en los

años 1 y 2 se elevaría a 400 M\$ y 385 M\$, respectivamente. A la dirección de Vespar la propuesta le pareció fascinante y decidió revisar los análisis económicos para contemplar el número más reducido de centrales y el coste total por central más elevado.

Cuando se comunicó al analista financiero de Vespar que estaba a cargo de la evaluación de la estrategia original que había que volver a analizarla, señaló que probablemente era una buena idea, a causa de la evolución reciente del mercado energético. De hecho, le parecía que la volatilidad de la estrategia era sustancialmente superior a cuando se elaboró el análisis original. Estimó que los valores actuales por separado (en M\$) de las centrales que se construirían en los próximos cuatro años serían los siguientes:

		Año			
	0	1	2	3	4
					534,30
				450,77	
			449,58		395,82
		379,30		394,78	
	320,00		333,06		346,65
		280,99		292,46	
			246,74		256,81
				216,66	
					190,25

El resto de la información de la estrategia permanecía igual, excepto que la probabilidad neutral al riesgo de un cambio al alza en el valor de una nueva central ahora se estimaba en un 46,26%. (Las probabilidades reales siguen siendo 50-50).

- a. ¿Cuál es el valor esperado de la estrategia de inversión si se ignora la opción de abandono y se construyen todas las centrales, independientemente de su VAN? A efectos de este análisis, suponga que la tasa de descuento apropiada para la estrategia es del 13,77%.
- b. ¿Cuál es el valor esperado de la estrategia de inversión si la opción de abandono se ejerce de forma óptima?
- c. ¿Cuánto puede aumentar el coste de las centrales en los años 1 y 2 antes de que la estrategia revisada deje de ser preferible a la original? Suponga que se aplica el mismo factor de inflación de costes a las centrales de los años 1 y 2, y que se aplica el retículo del VAN.

12.5. UNA ESTRATEGIA DE INVERSIÓN SENCILLA: INVERSIONES POR ETAPAS. Le han contratado para evaluar una gran inversión de una empresa tecnológica. El coste del proyecto es de 100 M\$. Si el proyecto tiene éxito, generará unos beneficios esperados de 15 M\$ anuales indefinidamente, lo que tiene un valor actual de 150 M\$. Sin embargo, hay una probabilidad del 50% de que el proyecto sea un fracaso absoluto, y en ese caso no generaría ningún flujo de caja. Además, si el proyecto tiene éxito habrá un segundo proyecto que se podrá comenzar en el año siguiente. El segundo proyecto tendrá un coste de 1.000 M\$, y si todo va bien generará un flujo de caja estimado de 150 M\$ al año indefinidamente, lo que resultará en un valor de 1.500 M\$ (en dólares del año 1). Si el segundo proyecto no tiene éxito, resultará en unos flujos de caja con un valor actual de 900 M\$. ¿Debería emprenderse el proyecto inicial? Explique su recomendación en términos de sentido común a su jefe, que no entiende de tecnicismos.

## PALABRAS CLAVE

Análisis de sensibilidad  
Análisis de sensibilidad del punto muerto  
Árbol de decisión  
Disonancia cognitiva  
Estrategia corporativa  
Estrategia de inversión  
Modelo de simulación  
Opción de abandono  
Paradoja de Ellsberg  
Retículo binomial  
Ventaja comparativa





Al prepararnos para escribir este libro, revisamos la literatura académica sobre teoría de valoración, financiación de empresas y economía conductista, y entrevistamos a directivos, consultores y banqueros de inversión. Este doble proceso no solo nos ayudó a consolidar nuestra comprensión de la teoría de valoración y la práctica profesional, sino que también nos mostró varias situaciones en las que hay una diferencia sustancial entre las dos. Para concluir este libro, revisaremos estas diferencias y daremos una explicación de por qué ocurren. Además, aprovecharemos esta recapitulación para explicar cómo esperamos que evolucione la práctica profesional en el futuro.

## ESTIMAR FLUJOS DE CAJA FUTUROS

La primera diferencia que observamos se refiere a la tendencia de los directivos a dar proyecciones de los flujos de caja que son estimaciones sesgadas de los flujos de caja esperados. Estos sesgos, dependiendo de la situación, pueden ser positivos o negativos. Por ejemplo, los sesgos positivos suelen surgir cuando las estimaciones de los flujos de caja se basan en lo que el analista piensa que es un escenario probable. Estas estimaciones suelen ser flujos de caja optimistas más que esperados, dado que los defensores de los proyectos tienen cierta tendencia a centrarse en los escenarios en que el proyecto tiene éxito. No obstante, también puede resultar en un sesgo a la baja, porque puede llevar al analista a ignorar las ventajas de la flexibilidad del proyecto. Esto último es especialmente problemático cuando la inversión presenta la oportunidad de ampliarse si funciona bien y reducirse en caso contrario.

También debería advertirse de que, en la práctica, las proyecciones de los flujos de caja a menudo se usan para algo más que la evaluación del proyecto. Una empresa de capital riesgo, por ejemplo, suele alegrarse bastante de financiar a un empresario basándose en las proyecciones optimistas de los flujos de caja que este hace. Para comprender por qué, piense que las empresas de capital riesgo, conscientes de los sesgos optimistas en las proyecciones del empresario, pueden resolverlos fácilmente exigiendo unas tasas de rendimiento muy elevadas. En consecuencia, la decisión última de invertir no está necesariamente sesgada. También hay que señalar que la empresa de capital riesgo utiliza las proyecciones del empresario como objetivos para este. Como resultado, las estimaciones optimistas de los flujos de caja proporcionan unos objetivos más elevados que pueden servir para motivar al empresario y proporcionar poder de negociación a la empresa de capital riesgo en el futuro, si los flujos de caja obtenidos no alcanzan las proyecciones del empresario.

Como mencionamos antes, las estimaciones de los flujos de caja a veces están sesgadas a la baja si no se identifican las fuentes relevantes de flexibilidad del proyecto. El hecho de que los analistas a menudo desprecien los efectos de la flexibilidad puede deberse simplemente a la complejidad que conlleva tenerla en cuenta en la valoración. De hecho, nuestros capítulos sobre opciones reales y valoración de la flexibilidad son

probablemente los más complejos del libro. Por muchas razones, los directivos creen que la complejidad puede conducir al error, dado que los problemas complicados pueden requerir hipótesis ocultas que el analista financiero no comprenderá por completo. Además, como vimos en el Capítulo 5, los problemas políticos internos (lo que llamamos “costes de influencia”) en las decisiones complejas pueden dar vía libre a los responsables de decidir para hacer hipótesis que beneficien a sus proyectos favoritos. Cuando se emplean enfoques de valoración más complejos, los defensores de proyectos que son más inteligentes, elocuentes y políticamente más hábiles tienen más probabilidades de conseguir que sus proyectos se aprueben, incluso aunque no sean los mejores para la empresa.

## ESTIMAR TASAS DE DESCUENTO

La evidencia anecdótica sugiere que las empresas tienden a utilizar tasas mínimas sustancialmente superiores a las que la mayor parte de los académicos considerarían como las tasas de descuento ajustadas al riesgo adecuadas; y, lo que es más importante, a menudo utilizan la misma tasa de descuento para evaluar inversiones con niveles de riesgo muy diferentes. Como señalamos antes, se puede utilizar una tasa de descuento más elevada para compensar unas proyecciones demasiado optimistas de los flujos de caja, y también puede servir como tasa mínima para motivar a los defensores del proyecto para que negocien los mejores acuerdos posibles con los proveedores, empleados, etc. La utilización de una única tasa de descuento en lugar de varias tasas de descuento ajustadas al riesgo y adaptadas a cada proyecto se debe probablemente a la complejidad de la tarea y al papel que juegan los costes de influencia.

## DILUCIÓN Y ACRECIÓN DE RESULTADOS

Quizá la diferencia más relevante entre la teoría y la práctica que hemos identificado tiene que ver con la importancia de los resultados contables que se reportan. La mayor parte de los manuales de valoración hablan muy poco de las implicaciones contables de la selección de proyectos; sin embargo, en la práctica los directivos a menudo dedican tanto tiempo a evaluar si una inversión produce acreción o dilución en los resultados como el que emplean en estimar el VAN del proyecto. Como expusimos en el Capítulo 9, es probable que los directivos se preocupen por el impacto de un proyecto de inversión en los resultados, puesto que su desempeño y el de la empresa se evalúan en función de los resultados contables.

## ESTRECHAR EL ABISMO: ORIENTACIONES PARA EL FUTURO

Aunque pensamos que el abismo entre la teoría y la práctica nunca se eliminará por completo, se está estrechando y debería continuar haciéndolo en el futuro. Esto irá sucediendo conforme la teoría se modifique para tomar en consideración la realidad de trabajar en organizaciones cuyos directivos tienen múltiples objetivos y sesgos conductuales. Lo que es más importante, la práctica del negocio está cambiando (en el sentido

de que los directivos empiezan a reconocer los costes de no lograr corregir el sesgo optimista) para tener en cuenta la flexibilidad del proyecto y utilizar una tasa de descuento apropiada.

A medida que la magnitud de estos costes se hace más visible, esperamos que las empresas cambien para hacer frente a las dificultades organizativas que surgirán cuando implementen las herramientas de valoración más complejas que la teoría sugiere. Creemos que estas dificultades pueden mitigarse sustancialmente si las empresas establecen grupos de control genuinamente independientes, cuyo único objetivo sea evaluar grandes proyectos de inversión y que no reciban ningún incentivo por aceptar o rechazar una inversión. A causa de su naturaleza no sesgada, estos grupos pueden reducir los problemas de incentivos, lo que a su vez permitirá a la empresa utilizar enfoques de valoración más sofisticados. De nuestras observaciones informales concluimos que las empresas que cuentan con estos grupos de evaluación tienden a utilizar enfoques de valoración más sofisticados; sin embargo, esto también puede reflejar la naturaleza más sofisticada de las propias empresas.

Por último, pensamos que el abismo entre la teoría y la práctica se estrechará con el tiempo conforme los enfoques de valoración que en principio parecían muy complejos comiencen a resultar más intuitivos. El desarrollo de *software* de valoración contribuirá a esta tendencia simplificando en cierto modo la implementación práctica de las complicadas soluciones académicas. De hecho, esperamos que este libro también desempeñe un papel en acelerar este proceso.



# Créditos

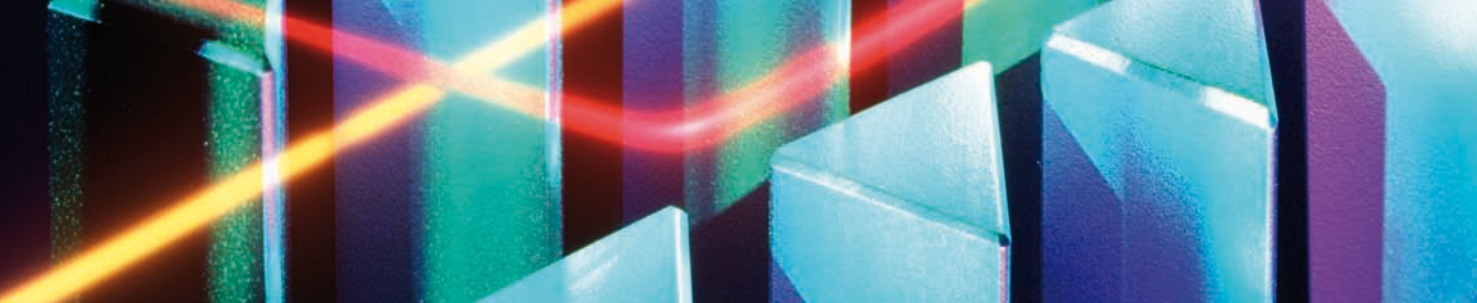
**Capítulo 3.** Páginas 115, 116 y 117: All Crystal Ball Professional Edition software screenshots, © 2007 Decisioneering, Inc. Usada con permiso. <http://www.crystalball.com>

**Capítulo 4.** Página 143: fuente: Ibbotson Associates SBBI 2006 Yearbook.; página 169: fuente: adaptado de Moody's Investor's Service, Default and Recovery Rates of Corporate Bond Issuers: 2000, Global Credit Research (febrero 2001), Exhibit 42, página 47. © Copyright 2007 Moody's Investors Service.

**Capítulo 6.** Páginas 271 y 272: fuente: FactSet Research Systems; 10/14/02. © FactSet Research Systems Inc. 2000-2007.

**Capítulo 8.** Página 323: fuente: basado en la figura 3 de Stephen D. Prowse, 1998, *The Economics of the Private Equity Market, Economic Review of the Federal Reserve Bank of Dallas*, 1998, 21-34.; página 340: fuente: basado en Scott Sedlacek, "Leveraged buyouts: Building Shareholder Value through Capital Structure", Broadview International, LLC (abril 2, 2003).

**Capítulo 12.** Página 507: fuente: Christine Tierney/Detroit News (enero 5, 2005) y Malcolm Berko, "GM clings to its ranking as world's top automaker", BeaconNewsOnline.com



*Valoración: el arte y la ciencia de las decisiones de inversión corporativa* es el primer manual que ofrece un enfoque integral de la valoración de proyectos y empresas. El texto va más allá del análisis DCF estándar e incluye métodos que se usan en la práctica diaria, tales como valoración por comparables, simulación y opciones reales. Además, se consideran otros aspectos que afectan a la valoración:

- Estructura organizativa e incentivos: el manual analiza cómo el proceso de toma de decisiones y el sistema de incentivos pueden afectar positiva o negativamente a la valoración.
- Análisis estratégico y opciones reales: se presentan las opciones reales como una herramienta que complementa la intuición del experto y proporciona un proceso de evaluación más disciplinado.
- Gestión del riesgo y coberturas: los riesgos asociados con las fluctuaciones de los tipos de interés, las divisas y los precios de las materias primas pueden crear oportunidades de gestión del riesgo y coberturas que afecten a la valoración.
- Financiación: la capacidad de obtener una financiación en términos favorables es una importante fuente de valor.
- Comportamiento irracional: el manual analiza en qué medida las limitaciones cognitivas y los sesgos en la capacidad de evaluar objetivamente por parte de los responsables de las decisiones pueden afectar a la valoración.