



30398

CRITERIOS DE INVERSIÓN

La nota titulada “Criterios de Inversión”, por Richard A. Brealey, Stewart C. Myers y Alan J. Marcus, fue tomada del libro Fundamentos de Finanzas Corporativas, McGraw Hil, Capítulo No. 6, pp. 150-179.

Alajuela, Costa Rica.

DISTRIBUCION RESTRINGIDA

CAPÍTULO 6

CRITERIOS DE INVERSIÓN

6.1. VALOR ACTUAL NETO

- Repaso de los fundamentos
- Valoración de proyectos duraderos

6.2. EL CRITERIO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR)

- Un examen detallado del criterio de la tasa interna de rentabilidad
- Calculando la TIR de proyectos duraderos
- Una palabra de advertencia
- Defectos del criterio de la tasa de rentabilidad

6.3. RACIONAMIENTO DE CAPITAL

- Racionamiento débil
- Racionamiento fuerte
- Defectos del índice de rentabilidad

6.4. OTROS CRITERIOS DE INVERSIÓN

- Plazo de recuperación (payback)
- Tasa de rendimiento contable

6.5. RESEÑA

PALABRAS CLAVE

LECTURAS RECOMENDADAS

PROBLEMAS

SOLUCIONES A LAS PREGUNTAS DEL AUTOQUESTIONARIO

Las decisiones de inversión, conocidas también como decisiones de *presupuesto de capital (capital budgeting)*, son centrales para el éxito de la empresa. Usted ha visto que en ocasiones las inversiones de capital absorben cantidades sustanciales de tesorería y tienen consecuencias a muy largo plazo. Los bienes que usted compra hoy pueden condicionar su negocio durante muchos años.

Para algunos proyectos de inversión el decir «sustanciales» es una subestimación. Considere los siguientes ejemplos:

- La construcción del túnel del canal que une Inglaterra y Francia costó aproximadamente 15.000 millones de dólares desde 1986 hasta 1994.
- El coste de lanzar un nuevo medicamento al mercado se ha estimado aproximadamente en 200 millones de dólares en 1992.
- El coste de desarrollo del «world car» de Ford, el Mondeo, fue aproximadamente 6.000 millones de dólares.
- El coste de producción de la exitosa película de dinosaurios *Parque Jurásico* fue aproximadamente 60 millones de dólares.
- El coste de desarrollo del avión súper-jumbo, con capacidad de 600 a 800 pasajeros, se ha estimado por encima de los 10.000 millones de dólares.
- TAPS, el sistema de oleoductos de Alaska, que lleva petróleo desde Prudhoe Bay a Valdez en la costa sur de Alaska, costó 9.000 millones de dólares.

Algunos de estos proyectos son «apuestas de la empresa» —proyectos bastante grandes e importantes que podrían hacer fracasar a las empresas que los lleven adelante.

Iniciaremos el estudio de las decisiones de presupuesto de capital observando los criterios que las empresas utilizan para seleccionar los proyectos. Los accionistas prefieren ser ricos a ser pobres. En consecuencia, ellos quieren que las empresas inviertan en proyectos que contribuyan a aumentar el valor de la empresa. El valor actual neto mide la contribución de cada proyecto a la riqueza del accionista.

En lugar de calcular el valor actual neto, las empresas a veces comparan la tasa de rentabilidad esperada de una inversión en un proyecto con la tasa esperada de rentabilidad que los accionistas podrían ganar en inversiones de riesgo equivalente en el mercado de capitales. Generalmente el criterio de la tasa de rentabilidad da la misma respuesta que el criterio del valor actual neto, como se verá, pero tiene algunos defectos.

Otros criterios —en particular, el plazo de recuperación (*pay-back*) y la tasa de rendimiento contable— son escasamente mejores que los criterios informales. Aunque en este mundo hay un lugar para los criterios informales, un ingeniero necesitará algo más preciso cuando diseñe un edificio de cien pisos, y un director financiero necesita algo más que un criterio informal cuando realice una importante decisión de inversión en capital.

Observe que a partir de nuestros ejemplos de grandes proyectos de capital, que muchos proyectos exigen importantes inversiones en activos intangibles. Por ejemplo, los costes de un medicamento corresponden casi en su totalidad a investigación y pruebas, y muchos de los costes de desarrollo del Mondeo de Ford fueron de diseño y pruebas. Cualquier programa que suponga una salida de tesorería con la esperanza de generar después más tesorería puede denominarse proyecto de inversión en capital, independientemente de si las salidas de caja se dedican a activos tangibles o intangibles.

Después de estudiar este capítulo usted debería ser capaz de:

- Calcular el valor actual neto de una inversión.
 - Calcular la tasa interna de rentabilidad de un proyecto y saber a qué prestar atención cuando se utiliza este criterio.
 - Demostrar por qué los criterios del plazo de recuperación y la tasa de rendimiento contable no siempre incrementan la riqueza del accionista.
-

6.1. VALOR ACTUAL NETO

Repaso de los fundamentos

Decisiones de presupuesto de capital: Elección de proyectos de inversión

En el Capítulo 3 usted aprendió a evaluar un proyecto de inversión simple —esto es, a tomar una **decisión de presupuesto de capital**—. El objetivo, como usted recordará, es invertir 350.000 dólares ahora en la construcción de un bloque de oficinas. Usted abordó el problema en cuatro pasos.

Paso 1. Predecir los flujos de tesorería (cash flows) del proyecto. Usted estima que puede vender el bloque de oficinas al final del año por 400.000 dólares. De esta forma, si usted lleva adelante el proyecto, debería invertir 350.000 dólares ahora con la esperanza de obtener 400.000 dólares al final del año. Hay un flujo de tesorería negativo de 350.000 dólares en el año 0 ($C_0 = -350.000\$$) y un flujo de tesorería positivo de 400.000 dólares en el año 1 ($C_1 = +400.000\$$).

Paso 2. Estimar el coste de oportunidad del capital. Suponga que el ingreso de 400.000 dólares es algo seguro. Esto es estupendo, porque la seguridad en negocios es algo muy raro. Sin embargo, el edificio de oficinas no es la única forma de obtener un ingreso seguro de 400.000 dólares dentro de un año. Usted podría invertir en letras del Tesoro a un

Coste de oportunidad del capital: Tasa de rendimiento esperada dejada de lado por invertir en un proyecto.

año —esto es, hacerle un préstamo a un año al Gobierno de los Estados Unidos—. Suponga que las letras del Tesoro ofrecen un tipo de interés del 7 por ciento. Invirtiendo en el edificio de oficinas en lugar de en letras del Tesoro usted está renunciando a la posibilidad de ganar un 7 por ciento sobre su capital. Usted no está realmente *perdiendo* el interés de las letras del Tesoro, pero está perdiendo la posibilidad de ganarlo. Ésta es la razón de que el 7 por ciento se defina como el **coste de oportunidad del capital** para invertir en el proyecto.

En la práctica los edificios de oficinas no son inversiones con éxito seguro. Pero el principio que hay detrás de la determinación del coste de oportunidad del capital es el mismo. Usted necesita determinar la rentabilidad esperada a la que renunciaría por invertir en el proyecto en lugar de en una inversión con el mismo riesgo en el mercado de capitales.

Paso 3. Utilizar el coste de oportunidad del capital para descontar flujos de tesorería futuros. Para calcular el valor actual (VA) de un ingreso futuro usted necesita descontar el flujo de tesorería (C_1) al coste de oportunidad del capital (r). Para el edificio de oficinas

$$VA = \frac{C_1}{1 + r} = \frac{400.000\$}{1,07} = 373.832\$$$

Los inversores están dispuestos a pagar 373.832 dólares por un préstamo al Gobierno en letras del Tesoro que produce un ingreso de 400.000 dólares ($373.832 \times 1.07 = 400.000$). De esta forma, ellos estarían dispuestos a pagarle a usted la misma cantidad por un ingreso de 400.000 dólares.

Paso 4. Llevar adelante el proyecto si el valor actual del ingreso es mayor que la inversión. Su edificio de oficinas está valorado en 373.832 dólares pero usted no es 373.832 dólares más rico. Usted compromete 350.000 dólares y entonces el **valor actual neto (VAN)** es 23.832 dólares. El valor actual neto se obtiene restando de VA la inversión exigida:

$$\begin{aligned} VAN &= VA - \text{inversión exigida} \\ &= 373.832\$ - 350.000\$ = 23.832\$ \end{aligned}$$

En otras palabras, el desarrollo de sus oficinas tiene mayor valor que su coste —lo que hace una contribución *neta* al valor.

El criterio del valor actual neto establece que los directivos incrementan la riqueza de los accionistas aceptando todos los proyectos que tengan un valor superior a su coste. Entonces, los directivos deberían aceptar todos los proyectos con un valor actual neto positivo.

AUTOCUESTIONARIO 6.1.

Suponga que el coste de oportunidad del capital para su proyecto de oficinas es el 16 por ciento en lugar del 7 por ciento. ¿Es atractivo todavía el proyecto? Explique por qué un factor de descuento mayor puede convertir un proyecto atractivo en un proyecto perdedor.

Valoración de proyectos duraderos

El criterio del valor actual neto funciona para proyectos de cualquier duración. Por ejemplo, suponga que usted ha identificado un posible arrendatario que está dispuesto a alquilar su edificio de oficinas durante tres años por un alquiler anual fijo de 16.000 dólares. Usted predice que después de haber cobrado el alquiler del tercer año el edificio podría venderse por 450.000 dólares. Se supondrá de nuevo que estos flujos de tesorería son ciertos y que el coste de oportunidad del capital es el 7 por ciento.

Los flujos de tesorería revisados son los siguientes:

Año	0	1	2	3
Flujos de caja	-350.000\$	+16.000\$	+16.000\$	+466.000\$

Para encontrar el valor actual del edificio de oficinas, usted debe descontar los flujos de tesorería futuros al 7 por ciento que es el coste de oportunidad del capital r :

$$\begin{aligned} VA &= \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} \\ &= \frac{16.000\$}{1,07} + \frac{16.000\$}{(1,07)^2} + \frac{466.000\$}{(1,07)^3} = 409.323\$ \end{aligned}$$

El valor actual neto del proyecto revisado es $VAN = 409.323\$ - 350.000\$ = 59.323\$$. Construir el edificio de oficinas y alquilarlo durante tres años añade mayor valor a su riqueza que vender el edificio de oficinas al final del primer año.

Por supuesto, en lugar de restar la inversión inicial del valor actual del proyecto, usted podría calcular el VAN directamente:

$$\begin{aligned} VAN &= C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} \\ &= -350.000\$ + \frac{16.000\$}{1,07} + \frac{16.000\$}{(1,07)^2} + \frac{466.000\$}{(1,07)^3} = 59.323\$ \end{aligned}$$

Compruebe que los propietarios de este proyecto realmente son más ricos. Suponga que usted pone 350.000\$ de su propio dinero, se compromete a construir el edificio de oficinas, y firma un alquiler que le dará 16.000\$ al año durante tres años. Ahora, usted puede ingresar dinero vendiendo el proyecto a alguien más.

Suponga que vende 1.000 acciones en el proyecto. Cada acción representa el derecho de 1/1.000 de los flujos de tesorería futuros. Como los flujos de tesorería son cosas seguras, y el tipo de interés ofrecido por otra cosa segura es el 7 por ciento, los inversores valorarán las acciones por,

$$\text{Precio por acción} = P = \frac{16\$}{1,07} + \frac{16\$}{(1,07)^2} + \frac{466\$}{(1,07)^3} = 409,30\$$$

De esta forma, usted puede vender el proyecto a inversores externos por $1.000 \times 409.30\$ = 409.300\, el cual, salvo por el redondeo, es exactamente el valor actual que se calculó antes. Su ganancia neta es

$$\text{Ganancia neta} = 409.300\$ - 350.000\$ = +59.300\$$$

que es el VAN del proyecto. Esta equivalencia no debería sorprenderle, desde el momento en que el cálculo del valor actual está *diseñado* para calcular el valor de los flujos de tesorería futuros para los inversores en el mercado de capitales.

Observe que en principio podría existir un coste de oportunidad diferente para los flujos de tesorería de cada período. En este caso, descontaría C_1 a r_1 , el tipo de descuento para flujos de tesorería a un año; C_2 se descontaría a r_2 ; y así sucesivamente. Aquí se supondrá que el coste de capital es el mismo independientemente de la fecha en que se producen los flujos de tesorería. Esto se hace sólo por una razón —simplicidad—. Pero estamos en buena compañía: con raras excepciones, las empresas deciden sobre un tipo de descuento apropiado y entonces lo usan para descontar todos los flujos de tesorería de los proyectos.

EJEMPLO 6.1. Calculando el VAN para proyectos de larga duración

La empresa Weightsnatchers quiere perforar un nuevo pozo para obtener agua mineral con gas. El pozo costará 14 millones de dólares, y los costes de producción anual, envío, y marketing serán de 500.000 dólares. Los ingresos anuales serán de 2 millones de dólares durante 15 años hasta que los pozos se sequen y tengan que ser abandonados. ¿Merece la pena embarcarse en el proyecto? El coste de capital es el 10 por ciento.

El flujo de tesorería anual neto es $2.000.000\$ - 500.000\$ = 1.500.000\$.$ Esto es una anualidad a 15 años, que vale

$$\begin{aligned}\text{VA(anualidad a 15 años al 10 por ciento)} &= 1.500.000\$ \times 7.606 \\ &= 11.409.000\$ \end{aligned}$$

El valor actual neto es

$$\text{VAN} = -14.000.000\$ + 11.409.000\$ = -2.591.000\$$$

El proyecto tiene un VAN negativo de aproximadamente 2,6 millones de dólares. Llevarlo adelante *reduciría* el valor de Weightsnatchers por esta cantidad.

AUTOCUESTIONARIO 6.2.

Suponga que la empresa Weightsnatchers perfora el pozo en cualquier caso y establece una empresa separadamente para extraer agua y vender el agua del pozo. La compañía emite un millón de acciones. ¿Por cuánto se venderá cada acción? Adóste que la tesorería de Weightsnatchers sufre una pérdida de 2,6 millones de dólares cuando vende la nueva empresa a los inversores existentes.

Los primeros dos pasos al calcular los VAN —predicir los flujos de tesorería y estimar el coste de oportunidad del capital— son complicados. En los próximos capítulos se estudiará más sobre ellos. Pero una vez que usted ha conseguido los datos, el cálculo del valor actual y del valor actual neto debería ser sencillo. Aquí se presenta un ejemplo más.

EJEMPLO 6.2. Calculando el VAN del Eurotúnel.

Uno de los mayores proyectos de inversión comerciales del mundo es la construcción del túnel del Canal por la empresa anglo-francesa Eurotunnel. Esta es una buena oportunidad para que usted se ponga en lugar del director financiero de la empresa Eurotunnel y encuentre si el proyecto era un buen plan para los accionistas. Las cifras de la columna llamada *flujos de tesorería* en la Tabla 6.1 están basadas en las predicciones de los costes de construcción e ingresos que la empresa entregó a los inversores en 1986.

TABLA 6.1.

Flujos de tesorería previstos y valor actual en 1986 para el Túnel. Aparentemente la inversión tenía un VAN positivo pequeño de 251 millones de libras (£) (las cifras están en millones de libras).

Año	Flujo de tesorería	VA al 13%
1986	-457	-457
1987	-476	-421
1988	-497	-389
1989	-522	-362
1990	-551	-338
1991	-584	-317
1992	-619	-297
1993	211	90
1994	489	184
1995	455	152
1996	502	148
1997	530	138
1998	544	126
1999	636	130
2000	594	107
2001	689	110
2002	729	103
2003	796	100
2004	859	95
2005	923	90
2006	983	86
2007	1.050	81
2008	1.113	76
2009	1.177	71
2010	17.781	946
Total		+251

VAN = total = 251 millones de libras

Nota El flujo de tesorería para el año 2010 incluye el valor en el año 2010 de los flujos de caja previstos en todos los años siguientes

Fuente Eurotunnel Equity II Prospectus, octubre 1986. Alguna de estas cifras implican conjeturas porque los costes de construcción acumulados previstos publicados incluyen gastos de intereses

El proyecto del túnel no era una inversión segura. Desde luego, el anuncio para la emisión de acciones del túnel advertía a los inversores de que el proyecto «supone un importante riesgo y debe observarse en esta etapa como especulativo. Si por cualquier razón el proyecto se abandona o el Eurotúnel es incapaz de aumentar la financiación necesaria, es probable que los inversores de capital pierdan parte o todo su dinero.

Para inducirles a invertir en el proyecto, los inversores necesitaban una tasa de rentabilidad mayor a la que pudieran conseguir con letas del Tesoro sin riesgo del Gobierno. Suponga que los inversores esperaban una tasa de rentabilidad del 13 por ciento de las inversiones en el mercado de capitales que tuvieran un grado de riesgo similar al del Túnel. Esto era lo que los inversores dejaron de lado cuando entregaron el capital para el Túnel. Para encontrar el VAN del proyecto se descontarán los flujos de tesorería de la Tabla 6.1 al 13 por ciento.

No se preocupe por los diferentes años de los flujos de tesorería negativos en la Tabla 6.1. Para calcular el VAN usted descuenta todos los flujos de tesorería, positivos y negativos, al 13 por ciento y suma los resultados. Llame a 1986 año 0, a 1987 año 1, y así en adelante. Entonces

$$\begin{aligned} \text{VAN} &= C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots \\ &= -457\text{\pounds} + \frac{-476\text{\pounds}}{1,13} + \frac{-497\text{\pounds}}{(1,13)^2} + \dots = 251 \text{ millones de libras} \end{aligned}$$

El valor actual de los flujos de tesorería es 251£ millones, lo que hace la construcción del túnel un proyecto interesante, aunque no por un amplio margen si se considera que la inversión planeada es de aproximadamente 4 mil millones de libras esterlinas (£)¹.

Por supuesto, los cálculos del VAN sólo son tan buenos como puedan serlo las previsiones de los flujos de tesorería subyacentes. La bien conocida Ley Pentágono de Grandes Proyectos establece que cualquier cosa grande tarda más y cuesta más de lo que originalmente se pensaba. Tal y como la ley predice, la construcción del túnel ha resultado mucho más cara de lo que se pensaba en 1986, y a mitad de 1993, cuando el Túnel debería haber generado entradas de tesorería, Eurotunnel anunció que habrían de añadirse fondos extra por parte de los inversores para completar la construcción. A menos que los ingresos también pasen a ser mucho mayores que los anticipados, el túnel será una inversión con VAN negativo.

6.2. EL CRITERIO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR)

Vuelva a pensar en su proyecto inicial de construir un edificio de oficinas. Usted está invirtiendo 350.000 dólares para conseguir 400.000 dólares. Su

¹ En lugar de calcular el VAN de un solo golpe, usted podría primero calcular el valor actual del flujo de renta que empieza en 1993 y entonces restar del valor actual los costes de construcción desde 1986 a 1992. El resultado por supuesto es el mismo.

beneficio en el futuro es entonces $C_1 + C_0 = 400.000\$ - 350.000\$ = 50.000\2 . La tasa de rentabilidad de su inversión inicial es el beneficio como una proporción de la inversión:

$$\begin{aligned}\text{Tasa de rendimiento} &= \frac{\text{beneficio}}{\text{inversión}} = \frac{C_1 + C_0}{-C_0} = \frac{400.000\$ - 350.000\$}{350.000\$} \\ &= 0,1429, \text{ o aproximadamente } 14,3\%\end{aligned}$$

La inversión alternativa de un préstamo al Gobierno daría una rentabilidad sólo del 7 por ciento. Entonces, la rentabilidad de la construcción del edificio es mayor que el coste de oportunidad del capital³.

Esto sugiere dos criterios para decidir si llevar adelante un proyecto de inversión:

1. *El criterio del VAN.* Invertir en aquellos proyectos que tengan un VAN positivo cuando sus flujos de tesorería se descuentan al coste de oportunidad del capital.
2. *El criterio de la tasa interna de rentabilidad.* Invertir en aquellos proyectos que ofrezcan una tasa de rentabilidad mayor que el coste de oportunidad del capital.

Ambos criterios establecen el mismo punto de referencia: una inversión con un VAN igual a cero tendrá una TIR igual al coste del capital.

Suponga que el tipo de interés de las letras del Tesoro no es del 7 por ciento sino del 14,3 por ciento. Como su proyecto de oficinas también ofrece una rentabilidad del 14,3 por ciento, el criterio de la TIR sugiere que es indiferente llevar adelante el proyecto o colocar el dinero en letras del Tesoro.

El criterio del VAN también le dice que si el tipo de interés es el 14,3 por ciento, el proyecto está equilibrado con un VAN igual a cero:

$$\text{VAN} = C_0 + \frac{C_1}{1 + r} = -350.000\$ + \frac{400.000\$}{1,143} = 0$$

El proyecto no le haría a usted ni más rico ni más pobre; tiene un valor igual a su coste. De esta forma, el criterio del VAN y el criterio de la TIR toman la misma decisión sobre la aceptación del proyecto.

Un examen detallado del criterio de la tasa interna de rentabilidad

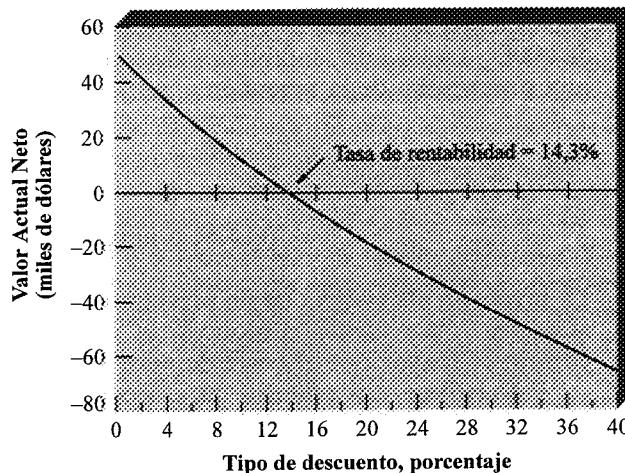
Usted sabe que si los flujos de tesorería del proyecto se descuentan al 7 por ciento, el proyecto tiene un valor actual neto de 23.832 dólares. Si se descuentan al 14,3 por ciento, tiene un valor actual neto de cero. En la Figura 6.1 se dibuja el VAN del proyecto para varios tipos de descuento. Usted debe notar dos cosas importantes en esta Figura 6.1:

² Observe que el flujo de tesorería inicial C_0 es negativo. La *inversión* en el proyecto es entonces $-C_0 = -(-350.000\$)$, o 350.000 dólares.

³ Se supone que el beneficio de la construcción del edificio de oficinas está libre de riesgo. Entonces, el coste de oportunidad del capital es la tasa de rentabilidad de otras inversiones libres de riesgo.

FIGURA 6.1.

El valor del proyecto de oficinas es inferior cuando el tipo de descuento es mayor. El proyecto tiene un VAN positivo si el tipo de descuento es inferior al 14,3 por ciento



1. La TIR del proyecto (en el ejemplo, 14,3 por ciento) es también el tipo de descuento para el cual el proyecto daría un VAN igual a cero. Esto concede una útil definición: *la TIR es el tipo de descuento que hace el VAN igual a cero*⁴.
2. Si el coste de oportunidad de capital es inferior que la tasa de rentabilidad del proyecto, entonces el VAN de su proyecto es positivo. Si el coste de capital es mayor que la TIR del proyecto, entonces el VAN es negativo. De esta forma, el criterio de la TIR y el criterio de VAN son equivalentes.

Calculando la TIR de proyectos duraderos

No existe ambigüedad en el cálculo de la TIR para una inversión que genere un único flujo de tesorería al cabo de un período. Recuerde que C_0 , el flujo de tesorería correspondiente a la inversión inicial, es negativo. Así,

$$\text{Tasa de rentabilidad} = \frac{\text{beneficio}}{\text{inversión}} = \frac{C_1 + C_0}{-C_0}$$

¿Cómo se puede calcular la rentabilidad del proyecto cuando genera flujos de tesorería en varios períodos? Vuelva a la definición que acabamos de presentar —*la TIR del proyecto es también el tipo de descuento al que el VAN del proyecto se hace cero*—. Los directivos normalmente se refieren a esta cifra como la **tasa interna de rentabilidad** de proyecto, o **TIR**. También se la conoce como tasa de rentabilidad de los flujos de tesorería descontados (FTD).

Calcule la TIR para el proyecto estudiado del edificio de oficinas. Si usted alquila el edificio de oficinas durante tres años, los flujos de tesorería son los siguientes:

Año	0	1	2	3
Flujos de tesorería	-350.000\$	+16.000\$	+16.000\$	+466.000\$

⁴ Compruébelo usted mismo. Si el $\text{VAN} = C_0 + C_1/(1 + r) = 0$, entonces la tasa de rendimiento $= (C_1 + C_0)/-C_0 = r$

La TIR es el tipo de descuento al cual esos flujos de tesorería tendrían un VAN igual a cero. Así,

$$\text{VAN} = -350.000\$ + \frac{16.000\$}{1 + \text{TIR}} + \frac{16.000\$}{(1 + \text{TIR})^2} + \frac{466.000\$}{(1 + \text{TIR})^3} = 0$$

No hay un método general simple para resolver esta ecuación. Usted tiene que utilizar el método de prueba y error. Fije arbitrariamente un tipo de descuento igual a cero. Esto le da un VAN de 148.000 dólares:

$$\text{VAN} = -350.000\$ + \frac{16.000\$}{1,0} + \frac{16.000\$}{(1,0)^2} + \frac{466.000\$}{(1,0)^3} = 148.000\$$$

Con un tipo de descuento igual a cero el VAN es positivo. Entonces la TIR debe ser mayor que cero.

El próximo paso podría ser intentar un tipo de descuento del 50 por ciento. En este caso el VAN es -194.000 dólares:

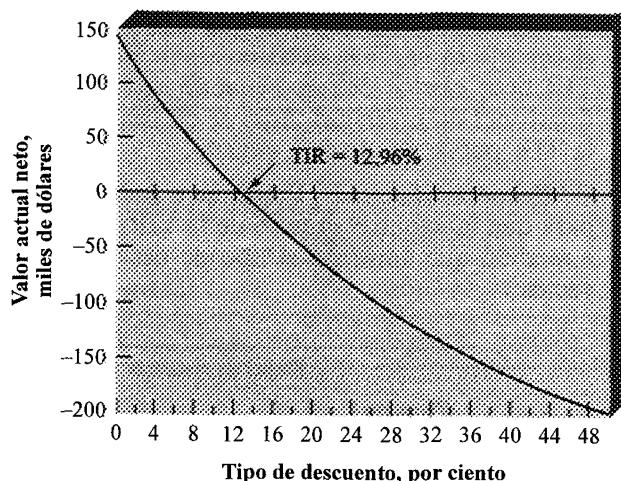
$$\text{VAN} = -350.000\$ + \frac{16.000\$}{1,50} + \frac{16.000\$}{(1,50)^2} + \frac{466.000\$}{(1,50)^3} = -194.000\$$$

El VAN es ahora negativo. Luego la TIR debe encontrarse en algún lugar entre cero y 50 por ciento. En la Figura 6.2 se han dibujado los valores actuales netos para un rango de tipos de descuento. Usted puede ver que un tipo de descuento del 12,96 por ciento da una VAN de cero. Entonces, la TIR es 12,96 por ciento. Usted siempre puede encontrar la TIR dibujando un gráfico como el de la Figura 6.2, pero es más rápido y más preciso utilizar un ordenador o una calculadora programable que el método de prueba y error.

Este criterio acepta un proyecto si la TIR es superior al coste de oportunidad del capital. Usted puede ver en la Figura 6.2 por qué esto tiene

FIGURA 6.2.

La tasa interna de rentabilidad es el tipo de descuento para el que el VAN se hace igual a cero.



sentido. Cuando el coste de oportunidad del capital es menor que la TIR del proyecto, 12,96 por ciento, el proyecto tiene un VAN positivo. Si el coste de oportunidad del capital es superior a 12,96 por ciento, es decir es superior a la TIR, el VAN es negativo. Entonces, cuando se compara la TIR del proyecto con el coste de oportunidad del capital, lo que efectivamente se está preguntado es si el proyecto tiene un VAN positivo. Esto es cierto para su proyecto de oficinas de un solo periodo. También es cierto para su proyecto de oficinas de tres períodos. De hecho el criterio de la TIR dará la misma respuesta que el criterio del VAN *siempre que el VAN del proyecto disminuya uniformemente a medida que el tipo de descuento aumente*.

AUTOCUESTIONARIO 6.3.

Suponga que el flujo de tesorería en el año 3 es únicamente 416.000 dólares. Dibuje de nuevo la Figura 6.2. ¿Cómo se modificaría la TIR?

Una palabra de advertencia

Algunas personas confunden la TIR con el coste oportunidad del capital. Recuerde que la TIR de un proyecto mide la rentabilidad del mismo. Es una tasa de rentabilidad *interna* en el sentido de que depende únicamente de los flujos de tesorería propios del proyecto. El coste de oportunidad del capital es un estándar para decidir si se acepta el proyecto. Es igual a la rentabilidad ofrecida por otras inversiones equivalentes en riesgo en el mercado de capitales.

Defectos del criterio de la tasa de rentabilidad

Muchas empresas prefieren calcular la TIR en lugar del valor actual neto cuando deciden si llevar adelante una inversión. Encuentran que la TIR es una medida más clara para describir la rentabilidad de una inversión. Una rentabilidad del 30 por ciento cuando el coste de oportunidad del capital es del 12 por ciento es claramente atractiva. Sin embargo, un VAN de 1.000 dólares no es grande o pequeño de forma obvia. Si la inversión inicial es 500 dólares un VAN como este sería notable, mientras que si el proyecto exige una inversión de 1 millón de dólares, el proyecto es escasamente viable, puesto que un pequeño margen de error en la predicción de los flujos de tesorería hundiría el proyecto.

A pesar de entender por qué las empresas prefieren la TIR del proyecto, el consejo es basar la decisión en su VAN. La razón es que el criterio de la TIR tiene ciertos defectos cuando se utiliza como criterio para la toma de decisiones de inversión. Aquí se presentan algunas de las formas en las que la TIR puede conducir a engaño.

Primera dificultad: ¿Préstamo o endeudamiento? Recuerde la condición para que funcione el criterio de la TIR: el VAN del proyecto debe disminuir a medida que aumenta el tipo de descuento. Considere los siguientes proyectos:

Proyecto	Flujos de tesorería ()			VAN al 10%
	C_0	C_1	TIR %	
A	-100	+150	+50	+36,4
B	+100	-150	+50	-36,4

Cada proyecto tiene una TIR del 50 por ciento. En otras palabras, si usted descuenta los flujos de tesorería de ambos proyectos al 50 por ciento el VAN se haría cero.

¿Significa esto que los dos proyectos son igualmente atractivos? Claramente no. En el caso A inicialmente estamos pagando 100 dólares ahora y se obtienen 150 dólares al final del año. Esto es mejor que cualquier cuenta en el banco. Pero, ¿qué ocurre con B? Aquí obtenemos 100 dólares ahora pero se tendrán que pagar 150 dólares al final del año. Esto es equivalente a pedir prestado dinero al 50 por ciento.

Si alguien le preguntara si un 50 por ciento era un buen tipo de interés, usted no podría contestar a menos que también supiera si esa persona está proponiéndole que preste dinero o que se endeude a ese tipo de interés. Hacer un préstamo de dinero al 50 por ciento es perfecto (mientras el prestatario no abandone el país), pero endeudarse al 50 por ciento no es normalmente un buen negocio (a menos, por supuesto, que usted planee abandonar el país). Cuando usted realiza un préstamo de dinero, quiere una tasa de rentabilidad *elevada*; cuando usted se endeuda, quiere una tasa de rendimiento *pequeña*.

Si usted dibuja un gráfico como la Figura 6.1 o 6.2 para el proyecto B, encontrará que el VAN aumenta a medida que el tipo de descuento aumenta. (*Pruébelo!*) Obviamente, el criterio de la tasa de rentabilidad no funciona en este caso; usted tiene que buscar una TIR *menor* que el coste de oportunidad del capital.

El proyecto B es una trampa bastante obvia, pero si usted quiere estar seguro de no caer en ella, calcule el VAN del proyecto. Por ejemplo, suponga que el coste del capital es el 10 por ciento. Entonces, el VAN del proyecto A es +36,4 dólares y el VAN del proyecto B es -36,4 dólares. El criterio del VAN evita elegir proyectos equivalentes a pedir prestado dinero al 50 por ciento.

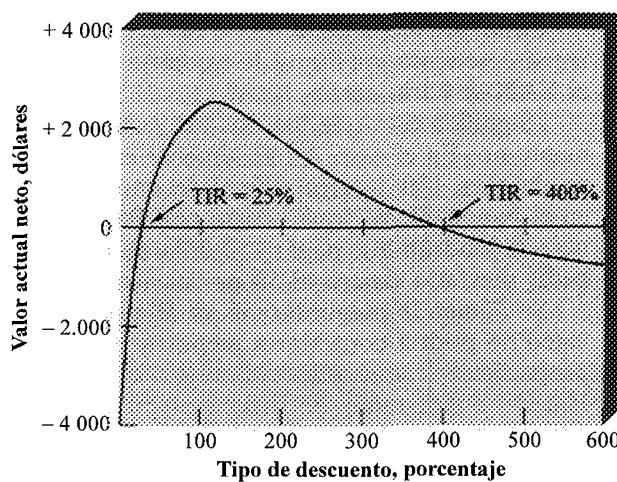
Segunda dificultad: Tasas de rentabilidad múltiples. Aquí se presenta un problema más complicado. El proyecto C cuesta 4.000 dólares y le proporciona 25.000 dólares en el primer año. Entonces, en el segundo año usted tiene que pagar 25.000 dólares. Existen muchos proyectos como este. Por ejemplo, si usted extrae carbón de una mina, puede incurrir en importantes costes para hacer reutilizable la tierra después de que el carbón ha sido extraído. Igualmente desmantelar una planta nuclear cuando ésta ha alcanzado el final de su vida útil, supone elevados gastos.

Proyecto	Flujos de tesorería ()				
	C_0	C_1	C_2	TIR %	VAN al 10%
C	-4 000	+25.000	-25 000	25 y 400	-1 934

Para encontrar la TIR del proyecto C, se ha calculado el VAN para varios tipos de descuento y se han dibujado los resultados en la Figura 6.3.

FIGURA 6.3.

El proyecto C tiene dos tasas internas de rentabilidad. El VAN = 0 cuando el tipo de descuento es 25 por ciento y cuando es 400 por ciento.



Se puede observar que hay *dos* tipos de descuentos para los que el VAN = 0. Esto es, se verifican las siguientes *dos* expresiones:

$$VAN = -4000\$ + \frac{25.000\$}{1,25} - \frac{25.000\$}{(1,25)^2} = 0$$

y

$$VAN = -4000\$ + \frac{25.000\$}{1 + 4} - \frac{25.000\$}{(1 + 4)^2} = 0$$

En otras palabras, la inversión tiene dos TIR, 25 y 400 por ciento. La razón de esto es el doble cambio de signo de los flujos de tesorería. Pueden existir tantas tasas internas de rentabilidad como cambios de signo existan en la corriente de flujos de tesorería⁵.

¿Se acepta este proyecto? El criterio de la TIR —aceptar el proyecto si la TIR es mayor que el coste del capital— no nos ayuda. Por ejemplo, usted puede ver en la Figura 6.3 que con un coste de capital inferior al 25 por ciento el proyecto tiene un VAN negativo. Existe VAN positivo sólo si el coste de capital está entre 25 y 400 por ciento.

Cuando hay múltiples cambios en el signo de los flujos de tesorería, el criterio de la TIR no funciona. Pero el criterio del VAN sí. La solución obvia entonces es calcular el VAN.

Tercera dificultad: Proyectos mutuamente excluyentes. Con frecuencia, las empresas se enfrentan con proyectos del tipo lo-tomas-o-lo-dejas. Normalmente ellas necesitan elegir entre varias alternativas. Por ejemplo, una

⁵ También pueden existir *menos* TIR que cambios de signos. Usted puede encontrar incluso proyectos para los cuales no existe TIR. Por ejemplo, no existe TIR para un proyecto que tenga flujos de tesorería de 1.000 dólares en el año 1, -3.000 dólares en el año 2 y +2.500 dólares en el año 3. Si no se lo cree, intente dibujar el VAN para diferentes tipos de descuento.

¿Puede un proyecto como este tener un VAN igual a cero?

Proyectos mutuamente excluyentes: Dos o más proyectos que no pueden ser realizados simultáneamente

empresa eléctrica podría construir una planta alimentada por fuel o una planta alimentada por carbón, pero no construirá las dos. Los dos proyectos son entonces **mutuamente excluyentes**.

Dada la elección entre dos proyectos competitivos, usted debería aceptar aquel que añade más valor a la riqueza del accionista. Esto es, el de mayor VAN. Sin embargo, este no será el proyecto con mayor TIR. De esta forma, el criterio de la TIR puede despistarle cuando elige entre proyectos.

Suponga que el proyecto E es una máquina controlada manualmente y el proyecto F es la misma máquina controlada por ordenador. Este ordenador de control añade coste inicial pero incrementa la eficiencia y, por tanto, mejora el flujo de tesorería subsiguiente.

Proyecto	Flujos de tesorería ()			
	C_0	C_1	TIR%	VAN al 10%
E	-10 000	+13 000	+30	+1 818
F	-20.000	+25 000	+25	+2.727

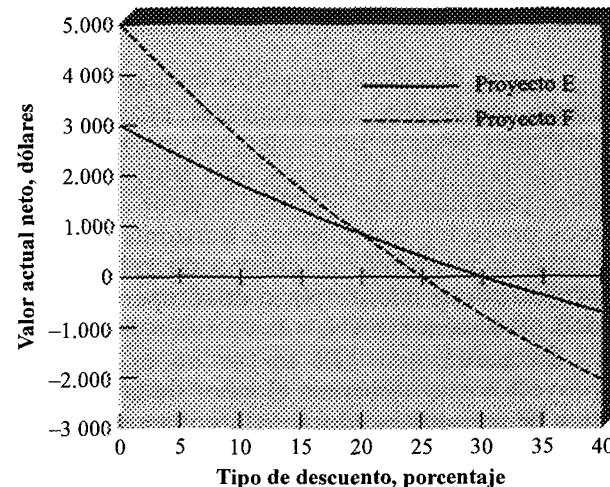
Ambos proyectos son buenas inversiones, pues ofrecen un VAN positivo. Pero F tiene un mayor valor actual neto y por lo tanto es la mejor elección.

Sin embargo, la superioridad del proyecto F no se manifiesta con una mayor tasa de rentabilidad. El criterio de la TIR parece indicarle que debería llevar adelante E porque tiene mayor TIR. Si usted sigue el criterio de la TIR, usted puede tener la satisfacción de ganar un 30 por ciento de tasa de rentabilidad; si usted utiliza el VAN, usted será 2.727 dólares más rico.

La Figura 6.4 muestra por qué el criterio de la TIR da un resultado incorrecto. Si el coste de oportunidad del capital es mayor que el 20 por ciento,

FIGURA 6.4.

El proyecto E tiene una tasa interna de rentabilidad mayor que el proyecto F, pero su VAN es menor si el tipo de descuento es menor que el 20 por ciento



el proyecto E es la inversión superior. Si el coste del capital es inferior al 20 por ciento (suponga que es el 10 por ciento), entonces el proyecto F domina. La mayor TIR del proyecto E no ha tenido en cuenta los méritos relativos de los dos proyectos.

Usted puede corregir el criterio de la TIR en estos casos calculando a la TIR de los flujos de tesorería incrementales. A continuación se muestra cómo hacerlo. Primero, considere el proyecto de menor dimensión (E en nuestro ejemplo). Este tiene una TIR del 30 por ciento, superior al 10 por ciento del coste del capital. Usted sabe entonces que el proyecto E es aceptable. Ahora considere los flujos de tesorería extra de añadir el ordenador de control. El proyecto F exige una inversión extra de 100.00 dólares y produce una renta extra de 12.000 dólares el primer año. Por tanto, la tasa de rentabilidad de la inversión adicional es el 20 por ciento, también superior al 10 por ciento del coste del capital. No sólo se valora comprar la maquina básica sino también la inversión adicional del ordenador de control.

Siempre que esté utilizando el criterio de la tasa de rentabilidad para elegir entre proyectos mutuamente excluyentes (como E y F), se necesita calcular la TIR de los flujos de tesorería incrementales. Esto es fácil de hacer; pero también es fácil de olvidar.

AUTOCUESTIONARIO 6.4.

Un rico, amistoso y ligeramente desequilibrado benefactor le ofrece la posibilidad de elegir entre dos oportunidades:

- Invertir 1000\$ hoy y cuadruplicar su dinero —una rentabilidad del 300 por ciento— en un año sin riesgo.
- Invertir 1 millón de dólares durante un año al 30 por ciento de rentabilidad garantizada.

Usted no puede aceptar las dos, de forma que la elección es mutuamente exclusiva. ¿Cuál de las dos opciones aceptará? ¿Prefiere usted ganar una tasa de rentabilidad maravillosa (300 por ciento) o quiere ser rico? Por cierto, si usted tuviera la segunda oportunidad de inversión no debería tener problemas en pedir prestado dinero para realizarla.

Cuarta dificultad: Proyectos mutuamente excluyentes con diferentes horizontes temporales. Al comparar proyectos mutuamente excluyentes con diferentes desembolsos, usted vio que el criterio de la TIR puede erróneamente favorecer proyectos más pequeños con tasas de rentabilidad más altas pero inferiores VANs. Un error similar tiene lugar cuando comparamos proyectos con diferente horizonte temporal, incluso si el desembolso inicial es el mismo. El criterio de la TIR puede erróneamente favorecer proyectos con inferior plazo de recuperación y con mayor tasa de rentabilidad pero menor VAN.

Recuerde, una TIR mayor no es un fin en sí mismo. Usted quiere proyectos que aumenten el valor de la empresa. Proyectos que ganen una tasa de rentabilidad durante largo tiempo a menudo tienen mayor VAN que proyectos que ofrecen altos porcentajes de rentabilidad pero acaban en uno o dos años.

AUTOCUESTIONARIO 6.5.

Su chilido benefactor le ofrece ahora la oportunidad de invertir un millón de dólares en dos proyectos mutuamente excluyentes. Los ingresos son:

- 2 millones de dólares después de un año, un 100 por ciento de tasa de rentabilidad.
- 300.000 dólares al año para siempre, un 30 por ciento de tasa de rentabilidad.

Ninguna inversión tiene riesgo, y la rentabilidad de los activos seguros está en el 7,5 por ciento. ¿Qué inversión elegiría? ¿Quiere ganar un alto porcentaje de rentabilidad o quiere ser más rico? (Usted ya es más rico, si ha elegido la inversión correcta en el Autocuestionario 6.4.)

6.3. RACIONAMIENTO DE CAPITAL

Una empresa maximiza la riqueza de sus accionistas aceptando los proyectos que tienen un valor actual neto positivo. Pero se está suponiendo que la empresa puede obtener los fondos necesarios para estas inversiones. Esto normalmente es una buena hipótesis, particularmente para las empresas más grandes, las cuales pueden obtener grandes sumas de dinero fácilmente. ¿Por qué muchos presidentes de empresas en ocasiones dicen a sus subordinados que el capital es limitado y que ellos no pueden sobreponer una cantidad especificada de gastos de capital? Hay dos razones.

Racionamiento débil

Racionamiento de capital:

Límite fijado sobre la cantidad de fondos disponibles para invertir.

Para muchas empresas las restricciones de capital son «débiles». Con esto se quiere decir que el **racionamiento de capital** no viene impuesto por los inversores. En lugar de esto los límites están impuestos por los directivos. Por ejemplo, suponga que usted es un ambicioso joven director deseoso de ascender. Usted está deseando expandir su parte del negocio y como resultado tiende a exagerar las oportunidades de inversión. En lugar de intentar determinar qué proyectos realmente son más valiosos, la dirección superior puede encontrar más simple imponer un límite sobre la cantidad que usted y otros jóvenes directivos pueden gastar. Este límite le fuerza a usted a establecer sus propias prioridades.

Aun cuando el capital no está racionado, pueden estarlo otros recursos. Por ejemplo, el crecimiento muy rápido puede imponer considerables tensiones sobre los directivos y la organización. Una respuesta rápida y sencilla a este problema es racionar la cantidad de capital que la empresa gasta.

Racionamiento fuerte

El racionamiento débil nunca debería suponer un coste para ninguna empresa. Si las restricciones sobre las inversiones llegan a ser lo bastante severas para que buenos proyectos sean arrinconados, entonces los directivos superiores deberían asignar más dinero y suavizar las restricciones que se han impuesto sobre el gasto de capital.

¿Pero, qué ocurre si hay racionamiento fuerte, en el sentido de que la empresa no puede obtener el dinero que necesita? En este caso, es posible que se arrinconen proyectos con VAN positivo.

Con racionamiento fuerte usted puede todavía estar interesado en el valor actual neto, pero usted ahora necesita seleccionar el grupo de proyectos que están dentro de los recursos de la empresa y que le dé el valor actual neto mayor.

Para ilustrar esto suponga que el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento, que la empresa tiene como recursos totales 20 millones de dólares, y que se le presentan los siguientes proyectos:

Proyecto	Flujos de tesorería (millones de \$)				
	C_0	C_1	C_3	VAN al 10%	VAN
I	-3	+2,2	+2,42	4	1
J	-5	+2,2	+4,84	6	1
K	-7	+6,6	+4,84	10	3
L	-6	+3,3	+6,05	8	2
M	-4	+1,1	+4,84	5	1

Los cinco proyectos tienen un VAN positivo. Entonces, si no hubiera restricciones de capital, la empresa desearía aceptar los cinco proyectos. Pero con sólo 20 millones de dólares disponibles, la empresa necesita encontrar el grupo de inversiones que le da el mayor VAN posible dentro del presupuesto.

La solución es seleccionar los proyectos que dan el mayor valor actual *por dólar de inversión*. El ratio de valor actual entre inversión inicial se conoce como **índice de rentabilidad**⁶.

$$\text{Índice de rentabilidad} = \frac{\text{valor actual}}{\text{inversión inicial}}$$

Para nuestros cinco proyectos el índice de rentabilidad se calcula de la siguiente forma:

Proyecto	VA	Inversión	Índice de rentabilidad
I	4	3	$4/3 = 1,33$
J	6	5	$6/5 = 1,20$
K	10	7	$10/7 = 1,43$
L	8	6	$8/6 = 1,33$
M	5	4	$5/4 = 1,25$

⁶ Algunas veces el índice de rentabilidad se define como el ratio entre el valor actual neto y la inversión requerida. Según esta definición, todos los índices de rentabilidad a continuación se reducen en 1,0. Por ejemplo, el índice del proyecto I sería $\text{VAN}/\text{inversión} = 1/3 = 0,33$. Note que la jerarquización de proyectos bajo cualquiera de estas dos definiciones es idéntica.

El proyecto K ofrece el ratio más alto de valor actual entre inversión (1,43) y por lo tanto K es seleccionado el primero. Le siguen los proyectos Y y L, que tienen un ratio de 1,33, y después M. Estos cuatro proyectos utilizan exactamente los 20 millones de presupuesto. Ellos ofrecen a los accionistas la mayor ganancia obtenible en su riqueza⁷.

AUTOCUESTIONARIO 6.6.

«Qué proyectos debería aceptar la empresa si su restricción en capital es únicamente 10 millones de dólares?»

Defectos del índice de rentabilidad

El índice de rentabilidad a menudo se utiliza para establecer clasificaciones de proyectos incluso cuando no hay racionamiento de capital ni fuerte ni débil. En este caso éste puede generar la misma clase de errores en la clasificación que el criterio de la TIR: el inversor no advertido podría inclinarse a favor de pequeños proyectos en lugar de proyectos más grandes con mayor VAN o proyectos de menor horizonte temporal sobre proyectos con mayor horizonte temporal con mayor VAN.

El índice de rentabilidad se diseñó para seleccionar los proyectos con el mayor VAN por dólar gastado. Éste es el objetivo correcto cuando los recursos están limitados. Cuando ellos no lo están, un resultado más grande es siempre mejor que uno más pequeño, incluso cuando se gastan más recursos. El Autocuestionario 6.7 sirve como ejemplo numérico.

AUTOCUESTIONARIO 6.7.

Calcule los índices de rentabilidad de los dos pares de inversiones mutuamente excluyentes de los Autocuestionarios 6.4 y 6.5, utilice un 7,5 por ciento de tipo de descuento. Jerarquiza correctamente en cada caso el índice de rentabilidad?

6.4. OTROS CRITERIOS DE INVERSIÓN

El Valor actual neto, la tasa interna de rentabilidad, y el índice de rentabilidad son todos *métodos de flujos de tesorería descontados* para elegir entre proyectos. Incluso los tres criterios son normalmente equivalentes, aunque se ha visto que los criterios de la tasa interna de rentabilidad y el índice de rentabilidad tienen algunas dificultades para los inversores poco ilustrados.

Los tres criterios están relacionados con la identificación de aquellos proyectos que hacen más ricos a los accionistas. Ellos reconocen que las empresas siempre tienen una elección: ellas pueden invertir en un proyecto o devolver el dinero a los accionistas y permitirles a ellos invertir por sí mismos en el mercado de capitales.

⁷ Desafortunadamente, cuando existe racionamiento de capital en más de un periodo, o cuando la mano de obra, la capacidad de producción u otros recursos estan racionados además del capital, no siempre es posible obtener el paquete de inversiones que maximice el VAN, estableciendo únicamente una clasificación de proyectos según su índice de rentabilidad. Puede acudirse a complicados métodos de prueba y error o a métodos de programación lineal

Hoy en día la mayoría de las grandes empresas utilizan flujos de tesorería descontados de alguna forma, pero a veces utilizan éstos en combinación con otras técnicas teóricamente inapropiadas. Usted debería estar al tanto de estas técnicas y de cómo ellas le pueden llevar a problemas.

Plazo de recuperación (payback)

Plazo de recuperación: Tiempo que transcurre hasta que los flujos de tesorería permiten recuperar el desembolso inicial del proyecto.

Nosotros sospechamos que usted a menudo habrá oído conversaciones como esta: «Una lavadora cuesta aproximadamente 400 dólares. Pero nosotros estamos gastando actualmente 3 dólares por semana, o alrededor de 150 dólares al año, en la lavandería. De forma que la lavadora debería pagarse por sí misma en menos de tres años». Usted ha encontrado el criterio del plazo de recuperación.

El **plazo de recuperación** de un proyecto es el tiempo necesario para recuperar su inversión inicial. Para la lavadora el plazo de recuperación era inferior a tres años. El criterio del plazo de recuperación establece que el proyecto debería aceptarse si su periodo de recuperación es inferior a un periodo especificado de referencia. Por ejemplo, si el periodo de referencia es cuatro años, la lavadora cumple el requisito, si la referencia es dos años, no lo hace.

Como un burdo criterio informal, el criterio del plazo de recuperación puede ser adecuado, pero es fácil ver que éste puede llevar a decisiones incorrectas. Por ejemplo, compare los proyectos N y O. El proyecto N tiene un plazo de recuperación de dos años y un VAN positivo. El proyecto O también tiene un plazo de recuperación de dos años pero tiene un VAN negativo. El proyecto N es claramente superior, pero el criterio del plazo de recuperación los clasifica como iguales. Esto se debe a que el plazo de recuperación no considera los flujos de tesorería que ocurren después del periodo de recuperación. Una empresa que utilice el criterio del plazo de recuperación con una referencia de dos o más años aceptaría ambos proyectos N y O a pesar del hecho de que sólo N incrementaría la riqueza del accionista.

Proyecto	Flujos de tesorería (millones de)				Periodo de recuperación (años)	VAN al 10%
	C_0	C_1	C_2	C_3		
N	-2 000	+1 000	+1 000	+10.000	2	7.249
O	-2 000	+1 000	+1 000	0	2	-264
P	-2 000	0	+2.000	0	2	-347

Un segundo problema con el plazo de recuperación es que éste concede igual peso a todos los flujos de tesorería que se reciban antes del periodo de referencia, a pesar del hecho de que los flujos de tesorería más lejanos tienen menos valor. Por ejemplo, mire al proyecto P. También tiene un plazo de recuperación de dos años pero tiene incluso menos VAN que el proyecto O. ¿Por qué? Porque sus flujos de tesorería llegan más tarde dentro del periodo de recuperación.

Para utilizar el criterio del plazo de recuperación, una empresa tiene que decidir sobre su periodo de referencia apropiado. Si utiliza la misma referencia independientemente de la vida del proyecto, tenderá a aceptar proyectos

más cortos y rechazar proyectos más largos. El criterio del plazo de recuperación sesgará a la empresa en contra de aceptar proyectos de larga duración porque los flujos de tesorería que lleguen después del periodo del plazo de recuperación se ignoran.

Anteriormente, en este capítulo hemos evaluado el proyecto del túnel del canal. Grandes proyectos de construcción de esta clase inevitablemente tienen periodos de recuperación largos. Los flujos de tesorería que se han presentado en la Tabla 6.1. implicaban un periodo de recuperación de más de 14 años. Pero muchas empresas que emplean el criterio del plazo de recuperación utilizan periodos de referencia más cortos que esto. Si se utiliza el criterio del plazo de recuperación mecánicamente, los proyectos de larga vida como el túnel no serían elegidos.

La principal atracción del criterio del plazo de recuperación es su simplicidad. Pero recuerde que la parte dura de la evaluación del proyecto es la predicción de los flujos de tesorería, no hacer los cálculos. Hoy en día las hojas de cálculo hacen del descuento un ejercicio trivial. En consecuencia, el criterio del plazo de recuperación le salva a usted sólo de la parte fácil del análisis⁸.

Nosotros hemos dicho pocas cosas buenas del plazo de recuperación. Entonces, ¿por qué muchas grandes empresas continúan utilizándolo? Los directivos senior no creen verdaderamente que todos los flujos de tesorería después del periodo de recuperación son irrelevantes. Parece más probable (y más caritativo para con aquellos directivos) que el plazo de recuperación sobrevive porque las deficiencias son relativamente poco importantes o porque hay algunos beneficios compensatorios. Así los directivos pueden señalar que el plazo de recuperación es la forma más simple de comunicar una idea de la deseabilidad del proyecto. Las decisiones de inversión exigen discusión y negociación entre la gente por todas las partes de la empresa y es importante tener una medida que todo el mundo pueda entender.

En la práctica el plazo de recuperación es el más usado comúnmente cuando la inversión de capital es pequeña o cuando los méritos del proyecto

⁸ En ocasiones los directivos calculan el *plazo de recuperación descontado*. Éste es el número de periodos antes de que el valor actual de los futuros flujos de tesorería iguale o exceda a la inversión inicial. Por tanto, este criterio pregunta, «¿Cuál debe ser la vida del proyecto para que ofrezca un valor actual neto positivo?». Este criterio supera la objeción de conceder igual peso a todos los flujos de tesorería que llegan antes de la fecha de referencia. Sin embargo, el criterio del plazo de recuperación descontado todavía no tiene en cuenta los flujos de tesorería que ocurren después de la fecha de referencia.

El plazo de recuperación descontado ofrece una importante ventaja sobre el criterio normal del plazo de recuperación. Si un proyecto alcanza el periodo de recuperación descontado de referencia, debe tener un VAN positivo, porque los flujos de tesorería que componen el plazo de recuperación descontado son (por definición) suficientes para dar un valor actual igual a la inversión inicial. Cualquier flujo de tesorería que llegue después de esta fecha de referencia se añade al resultado y asegura un VAN positivo.

A pesar de esta ventaja, el periodo de recuperación descontado es poco recomendable. Este criterio ignora todavía todos los flujos de tesorería que tienen lugar después del periodo de referencia arbitrario y entonces rechazará incorrectamente algunas oportunidades de VAN positivo. No es más fácil de utilizar que el criterio del VAN, porque exige la determinación de los flujos de tesorería y del tipo de descuento apropiado para el proyecto. Lo mejor que se puede decir acerca de él, es que es un criterio mejor que el criterio del plazo de recuperación ordinario.

son tan obvios que un análisis más formal no es necesario. Por ejemplo , si un proyecto se espera que produzca flujos de tesorería constantes durante 10 años y el plazo de recuperación es sólo dos años, el proyecto con toda probabilidad tiene VAN positivo.

AUTOCUESTIONARIO 6.8.

Un proyecto cuesta 5.000 dólares y generará flujos de tesorería de 53 dólares al año durante 20 años. ¿Cuál es el plazo de recuperación? ¿Si el tipo de interés es el 8% por año al año, cuál es el VAN del proyecto? ¿Debería aceptarse el proyecto?

Tasa de rendimiento contable

Tasa de rendimiento contable:
Beneficio contable medio dividido por el valor contable medio a lo largo de la vida del proyecto

Algunas empresas además de calcular la tasa interna de retorno de un proyecto también consideran la **tasa de rendimiento contable** (*book rate of return*).

Cualquier tasa de rendimiento mide el beneficio como una proporción del dinero invertido. En el caso de la tasa de rendimiento contable, *beneficio* y *cantidad de dinero invertida* se toman de las cuentas financieras de la empresa. Así la tasa de rendimiento contable de un proyecto se define como,

$$\text{Tasa de rendimiento contable media} = \frac{\text{beneficio anual medio}}{\text{valor contable medio anual de los activos}}$$

Aquí hay un ejemplo. Una empresa invierte 60.000 dólares en un proyecto Q, que se amortiza de forma lineal a lo largo de tres años⁹. Así la amortización anual es de $60.000\$ / 3 = 20.000\$$. El valor contable de los activos comienza en 60.000 dólares y disminuye hasta un valor igual a cero transcurridos los tres años. Así, el valor contable medio es 30.000 dólares:

Año	0	1	2	3
Valor contable bruto del bien	60 000	60 000	60.000	60 000
Amortización acumulada	0	20 000	40 000	60.000
Valor contable neto del activo	60.000	40.000	20.000	0
Media = 30 000				

La Tabla 6.2 muestra las cuentas de resultados provisionales del proyecto Q a lo largo de sus tres años de vida. Se supone por simplicidad que no hay impuestos. El beneficio medio a lo largo de la vida del proyecto es 10.000 dólares. Poniendo juntos el valor contable medio de los activos y el ingreso medio previsto se tiene:

$$\text{Tasa de rentabilidad contable media} = \frac{10.000\$}{30.000\$} = 0,33, \text{ o } 33\%$$

Si esta cifra es mayor que la tasa de rentabilidad de referencia de la empresa, el criterio dice que la empresa siga adelante con el proyecto.

⁹ Amortización lineal significa que a lo largo de la vida útil, cada año se amortiza una proporción constante de la inversión, durante la vida contable del activo

TABLA 6.2.
Beneficios previstos del activo Q

Año	1	2	3
Ingresos	40 000	60 000	80 000
Gastos	20.000	30.000	40.000
Flujo de tesorería	20 000	30 000	40 000
Depreciación	20.000	20.000	20.000
Beneficio neto	0	10 000	20 000
Media = 10 000			

Una rentabilidad del 33,3 por ciento es mayor que la tasa de rentabilidad contable ganada por la mayoría de las empresas: es también probable que sea mayor que el coste de oportunidad del capital. Note, sin embargo, que la *TIR* del proyecto sólo es 20,6 por ciento, mucho menor que la tasa de rentabilidad contable. Es bastante posible que la tasa de rendimiento contable sea mayor que el coste del capital pero la TIR no es tan alta como la tasa de rendimiento contable.

Hay varios problemas con la tasa de rendimiento contable. Primero, porque se basa en un beneficio *medio*, no se permite el hecho de que flujos de tesorería inmediatos sean más valiosos que los distantes. En el ejemplo, los flujos de tesorería aumentan desde 20.000 dólares en el año 1 a 40.000 dólares en el año 3. Suponga en lugar de ello que la pauta de los flujos de tesorería fuera al revés, es decir, que los flujos de tesorería fueran 40.000 dólares en el año 1 y 20.000 dólares en el año 3. La TIR sería mayor, pero la tasa de rendimiento contable sería la misma.

Segundo, la tasa de rendimiento contable media está basada en datos contables en lugar de en los flujos de tesorería del proyecto. Nosotros hemos visto que los flujos de tesorería y los beneficios contables pueden ser muy distintos. Por ejemplo, los contables consideran algunas salidas de tesorería como *inversiones en capital* y otras como *gastos de explotación*. Los gastos de explotación se deducen inmediatamente de los ingresos de cada año, mientras las inversiones en capital se amortizan a lo largo de un número de años. Así la tasa de rendimiento contable media depende de qué bienes ha elegido el contable tratar como inversiones en capital y de lo rápido que se amortizan.

Finalmente, una empresa que utilice la tasa de rendimiento contable tiene que fijar una referencia para juzgar un proyecto. A veces las empresas utilizan como referencia su rendimiento contable hoy. En este caso las empresas con altas tasas de rendimiento en sus actuales negocios pueden verse conducidas a rechazar buenos proyectos. Empresas con bajas tasas de rendimiento pueden verse llevadas a aceptar malos proyectos.

AUTOCUESTIONARIO 6.9.

Suponga que la empresa utiliza amortización acelerada en lugar de amortización lineal.¹⁰ Las cuotas de amortización son ahora 30.000 dólares, 20.000 dólares, y 10.000 dólares en los años 1, 2 y 3. ¿Cuál es la tasa de rendimiento contable media? ¿Es el proyecto mejor o peor que antes?

¹⁰ Amortización acelerada significa que las cargas de amortización son mayores en los primeros años en vez de distribuirse de forma igualitaria a lo largo de la vida del proyecto

6.5. RESUMEN

1. El valor actual neto de un proyecto mide la diferencia entre su valor y su coste. El VAN es entonces la cantidad que el proyecto añadirá a la riqueza de los accionistas. Una empresa maximiza la riqueza de los accionistas aceptando todos los proyectos que tengan un VAN positivo.
2. En lugar de preguntar si los proyectos tienen un VAN positivo, muchos empresarios prefieren preguntar si los proyectos ofrecen una rentabilidad mayor a la que los accionistas esperarían obtener invirtiendo en el mercado de capitales. La rentabilidad normalmente se define como el tipo de descuento que hace el VAN igual a cero. Esto se conoce como la tasa interna de rentabilidad , o TIR. Hay algunas dificultades a la hora de usar el criterio de la tasa interna de rentabilidad. Tenga cuidado al usar la TIR cuando (a) los primeros flujos de tesorería sean positivos, (b) hay más de un cambio de signo en los flujos de tesorería, (c) usted necesita elegir entre dos proyectos mutuamente excluyentes.
3. Tanto el criterio del valor actual neto como el criterio de la tasa interna de rentabilidad reflejan adecuadamente el valor del dinero en el tiempo. Pero las empresas también utilizan criterios informales para juzgar los proyectos. Uno es el criterio del plazo de recuperación, que establece que un proyecto es aceptable si usted recupera su dinero dentro de un periodo especificado. El criterio del plazo de recuperación no tiene en cuenta aquellos flujos de tesorería que llegan después del periodo de recuperación y no descuenta los flujos de tesorería dentro del periodo de recuperación.
4. La tasa de rendimiento contable es el beneficio medio neto de un proyecto dividido por el valor contable medio. Este criterio no reconoce que los beneficios recibidos más temprano en la vida del proyecto son más valiosos que aquellos recibidos con posterioridad.

PALABRAS CLAVE

decisiones de presupuesto de capital	tasa interna de rentabilidad (TIR)	índice de rentabilidad
coste de oportunidad del capital	proyectos mutuamente excluyentes	periodo de recuperación
valor actual neto	racionamiento de capital	tasa de rendimiento contable

LECTURAS RECOMENDADAS

Una amplia discusión de varias técnicas de presupuesto de capital se puede encontrar en:

H. Bierman y S. Smidt. *The Capital Budgeting Decision*, 7.^a ed. Nueva York: Macmillan, 1988.

PROBLEMAS

Los Problemas del 1 al 9 hacen referencia a dos proyectos con los siguientes flujos de tesorería:

Año	Proyecto A	Proyecto B
0	-100	-100
1	40	50
2	40	50
3	40	50
4	40	

- 1 Si el coste de oportunidad del capital es el 12 por ciento, ¿cuál de estos proyectos merece la pena emprender?
2. Suponga que usted puede elegir sólo uno de estos proyectos. ¿Cuál elegiría? El tipo de descuento sigue siendo 12 por ciento.
3. ¿Qué proyecto elegiría usted si el coste de oportunidad del capital fuera 16 por ciento?
4. ¿Cuál es la tasa interna de rentabilidad de los proyectos A y B?
5. Según sus respuestas a los problemas 2-4, ¿hay alguna razón para creer que el proyecto con mayor TIR es el mejor proyecto?
6. Si el coste de oportunidad del capital es el 12 por ciento, ¿cuál es el índice de rentabilidad para cada proyecto? Clasifica el índice de rentabilidad adecuadamente los proyectos?
7. ¿Cuál es el período de recuperación de cada proyecto?
8. Considerando sus respuestas a los problemas 2, 3 y 7, ¿hay alguna razón para creer que el proyecto con menor periodo de recuperación es el mejor proyecto?
9. Los contables han establecido las siguientes cuotas de amortización para dos proyectos:

Año	1	2	3	4
Proyecto A	25,00	25,00	25,00	25,00
Proyecto B	33,33	33,33	33,33	33,33

Calcule la tasa de rendimiento contable de cada proyecto. ¿Clasifican estas cifras los proyectos correctamente?

174 PARTE II. EL VALOR

10. Si usted aísla su oficina por 1.000 dólares, se ahorrará 100 dólares al año en gastos de calefacción. Estos ahorros durarán para siempre.
 - a) ¿Cuál es el VAN de la inversión cuando el coste del capital es el 5 por ciento? ¿Y si es el 10 por ciento?
 - b) ¿Cuál es la TIR de la inversión?
 - c) ¿Cuál es el periodo de recuperación de esta inversión?
11. Un proyecto exige una inversión inicial de 10.000 dólares, y durante sus 5 años de vida generará ingresos anuales de tesorería de 5.000 dólares y gastos de 2.000 dólares . La empresa utilizará amortización lineal en su inversión, pero no paga impuestos.
 - a) Encuentre la tasa de rendimiento contable del proyecto.
 - b) ¿Es el proyecto elegido peor si el coste de oportunidad del capital es del 8 por ciento?
 - c) ¿Qué sucedería a la tasa de rendimiento contable si la mitad de su salida inicial de 10.000 dólares fuese tratada como un gasto de explotación en lugar de inversión en capital? Pista: En lugar de amortizar los 10.000 dólares, considere 50.000 dólares como un gasto de explotación en el primer año.
 - d) ¿Cambia el VAN como resultado del diferente tratamiento contable propuesto en c)?
12. Considere los proyectos E' y F':

Proyecto	Flujos de tesorería			VAN al 10%
	C_0	C_1	C_2	
E'	-30.000	21.000	21.000	+6 446
F'	-50.000	33 000	33 000	+7.273

Calcule la TIR para los proyectos E' y F'. ¿Qué proyecto es mejor según el criterio de la TIR? Calcule el VAN de la inversión incremental de F' sobre E'. ¿Qué proyecto es realmente mejor?

13. Usted es un directivo con un presupuesto para invertir de 8 millones de dólares. Usted podría invertir en los siguientes proyectos. Las cifras de los flujos de tesorería y de la inversión inicial están en millones de dólares.

Proyecto año	Tipo de descuento (%)	Inversión	Flujos de tesorería	Vide del proyecto (año)
A	10	3	1	5
B	12	4	1	8
C	8	5	2	4
D	8	3	1,5	3
E	12	3	1	6

- a) ¿Por qué podrían estos proyectos tener diferentes tipos de descuento?
- b) ¿Qué proyectos debería elegir el directivo?
- c) ¿Qué proyectos se elegirán si no hay racionamiento de capital?

14. Usted tiene posibilidad de participar en un proyecto que produzca los siguientes flujos de caja:

C_0	C_1	C_2
5.000\$	4.000\$	11.000\$

La tasa interna de rentabilidad es el 13,6 por ciento. Si el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento, ¿aceptaría la oferta?

15. Una máquina cuesta 8.000 dólares y se espera produzca beneficios después de amortizaciones de 2.500 dólares en los años 1 y 2 y 3.500 en los años 3 y 4. Suponiendo que la maquina se amortiza de forma constante en 2.000 dólares al año y que no hay impuestos. ¿Cuál es la tasa de rendimiento contable media?
16. a) Calcule el valor actual neto del siguiente proyecto para tipos de descuento de 0, 50 y 100 por ciento:

C_0	C_1	C_2
-6.750\$	4.500\$	18.000\$

b) ¿Cuál es la TIR del proyecto?

17. Considere los siguientes proyectos:

Proyecto	C_0	C_1	C_2
Proyecto A	-1 600	1 200	1.440
Proyecto B	-2 100	1.440	1 728

- a) Calcule el índice de rentabilidad para A y B suponiendo un 20 por ciento de coste de oportunidad del capital.
- b) Utilice el criterio del índice de rentabilidad para determinar qué proyectos debería aceptar (i) si usted pudiera llevar adelante ambos (ii) si sólo pudiera llevar adelante uno.
18. Un proyecto tiene una vida de 10 años y un periodo de recuperación de 10 años. ¿Qué debe ocurrir en el VAN del proyecto?
19. Considere los siguientes datos sobre un proyecto:

Inversión inicial = 200 dólares

Amortización lineal de 50 dólares al año durante 4 años.

Vida del proyecto = 4 años.

Año	0	1	2	3	4
Valor contable	200	—	—	—	—
Ventas		100	110	120	130
Costes		30	35	40	45
Amortización		—	—	—	—
Beneficio neto		—	—	—	—

- a) Complete los espacios blancos en la tabla.
- b) Encuentre la tasa de rendimiento contable de este proyecto.
- c) Encuentre el VAN del proyecto si la tasa de descuento es el 20 por ciento

176 PARTE II EL VALOR

20. Los flujos de tesorería previstos para dos *proyectos mutuamente excluyentes* son:

Año	Flujos de tesorería ()	
	Proyecto A	Proyecto B
0	-100	-100
1	30	49
2	50	49
3	70	49

- a) ¿Qué proyecto elegiría usted si el coste de oportunidad del capital es el 1 por ciento?
 - b) ¿Qué proyecto elegiría usted si el coste de oportunidad del capital es el 12 por ciento?
 - c) ¿Por qué cambia su respuesta?
- 21 Considere este proyecto con una tasa interna de rentabilidad del 13,1 por ciento. ¿Debería usted aceptar o rechazar el proyecto si la tasa de descuento es el 12 por ciento?

Año	Flujos de tesorería ()
0	+100
1	-60
2	-60

- 22 a) ¿Cuál es el periodo de recuperación de cada uno de los siguientes proyectos?

Proyecto	Año:	Flujos de tesorería ()				
		0	1	2	3	4
A		-5 000	+1 000	+1 000	+3 000	0
B		-1 000	0	+1 000	+2.000	+3 000
C		-5 000	+1 000	+1 000	+3.000	+5 000

- b) Dado que usted desea utilizar el criterio del plazo de recuperación con un periodo de referencia de dos años, ¿qué proyectos aceptaría?
- c) Si el periodo de referencia a utilizar fuera de tres años, qué proyectos aceptaría?
- d) Si el coste de oportunidad del capital es 10 por ciento, qué proyectos tienen VAN positivo?
- e) «El plazo de recuperación da demasiado peso a los flujos de tesorería que ocurren después de la fecha de referencia». ¿Verdadero o Falso?

SOLUCIONES A LAS PREGUNTAS DEL AUTOCUESTIONARIO

- 6.1. El proyecto no es atractivo. Tiene un VAN negativo al tipo de descuento del 16 por ciento:

$$\text{VAN} = \frac{400.000\$}{1,16} - 350.000\$ = -5.172\$$$

Los inversores con una oportunidad para invertir al 16 por ciento, en lugar del 7 por ciento, colocarán un valor menor en una entrada de tesorería fija.

- 6.2. El proyecto genera un flujo de tesorería de 1,50 dólares por acción durante 15 años entonces,

Precio por acción = $P = VA$ de una anualidad de 1,50 dólares durante 15 años al 10 por ciento

$$P = 11,41\$$$

Así un millón de acciones se venderían por solo 11,41 millones de dólares. Weightsnatchers absorbería una pérdida de 14 millones de dólares — 11.41 millones de dólares = 2.59 millones de dólares.

- 6.3. La TIR ahora es aproximadamente 8,9 por ciento porque

$$\text{VAN} = -350.000\$ + \frac{16.000\$}{1,089} + \frac{16.000\$}{(1,089)^2} + \frac{416.000\$}{(1,089)^3} = 0$$

Observe en la Figura 6.5 que el VAN se hace cero cuando el tipo de descuento alcanza el 8,9 por ciento.

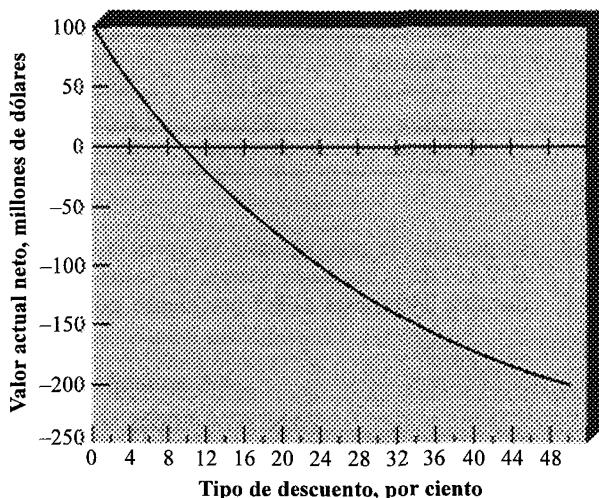
- 6.4. Usted quiere ser rico. La segunda alternativa genera mayor valor a cualquier tipo de descuento razonable. Por ejemplo, suponga otras inversiones libres de riesgo que ofrezcan un 8 por ciento. Entonces

$$\text{VAN} = -1.000\$ + \frac{4.000\$}{1,08} = 2.703\$$$

$$\text{VAN} = -1.000.000\$ + \frac{1.500.000\$}{1,08} = 388.888\$$$

FIGURA 6.5.

El VAN disminuye a cero cuando el tipo de interés es del 8,9 por ciento.



- 6.5. Usted quiere ser más rico. El VAN de la inversión de larga vida es más grande.

$$\text{Corta: } \text{VAN} = -1 + \frac{2\$}{1,075} = +0,8605 \text{ millones de dólares}$$

$$\text{Larga: } \text{VAN} = -1 + \frac{0,3\$}{0,075} = +3 \text{ millones de dólares}$$

- 6.6. Ordenados los proyectos según el índice de rentabilidad como muestra la siguiente tabla:

Proyecto	Índice de rentabilidad	Inversión
K	1,43	7
I	1,33	3
L	1,33	6
M	1,25	4
J	1,20	5

Comenzando por arriba, los fondos se agotan después de haber aceptado los proyectos K e I. Mientras I y L tienen igual índice de rentabilidad, el proyecto L no podría elegirse porque esto forzaría que la inversión total superase el límite de los 10 millones de dólares

- 6.7. El índice de rentabilidad da un clasificación incorrecta para el primer par, y correcta para el segundo.

Proyecto	VAN	VA	Inversión	Índice de rentabilidad (VA/Inversión)
Pequeña	2 703	3 703	1 000	3,7
Grande	388 888	1 388 888	1 000 000	1,39
Corta	860 000	1 860 000	1 000 000	1,86
Larga	3.000 000	4 000 000	1.000 000	4,0

- 6.8. El periodo de recuperación es aproximadamente 91 meses o 7,6 años. Calcule el VAN de la siguiente forma. El valor actual de una anualidad de 55 dólares durante 240 meses al 0,5 por ciento por mes es

$$\text{VA anualidad} = 7.677\$$$

$$\text{VAN} = -5.000\$ + 7.677\$ = +2.677\$$$

El proyecto debería aceptarse.

6.9. Ahora los valores contables son

Año:	0	1	2	3
Valor contable bruto	60.000	60.000	60.000	60.000
Amortización acumulada	0	30.000	50.000	60.000
Valor contable neto	60.000	30.000	10.000	0
Media = 25.000				

El beneficio previsto es

Año:	1	2	3
Flujo de tesorería	20.000	30.000	40.000
Amortización	30.000	20.000	10.000
Beneficio neto	-10.000	10.000	30.000

El beneficio medio permanece en 10.000 dólares

$$\text{Tasa media de rendimiento contable} = \frac{10.000}{25.000} = 0,4, \text{ o } 40\%$$

El proyecto no es ni mejor ni peor que antes, pues los flujos de tesorería son los mismos.