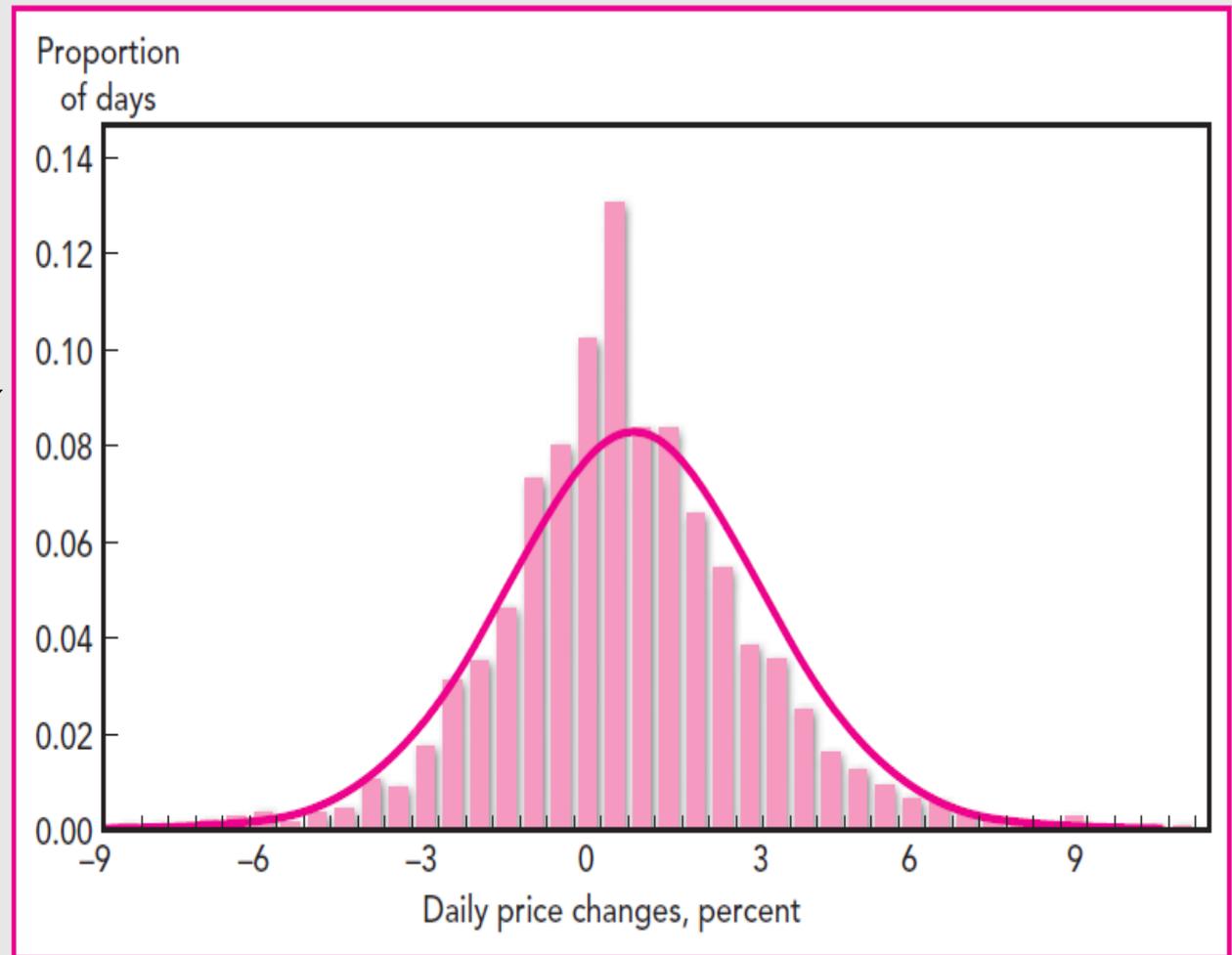


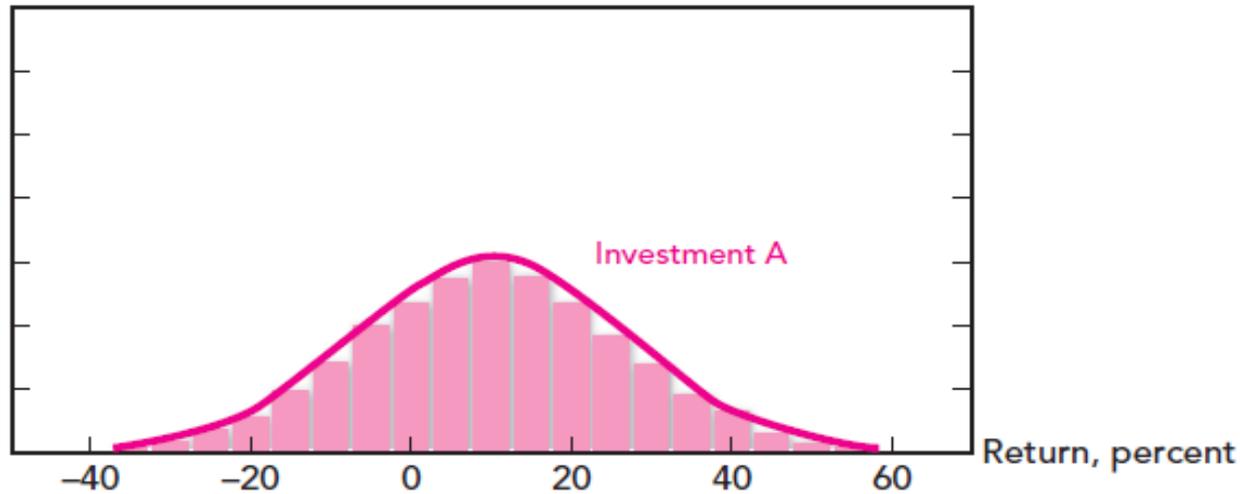
Riesgo: CAPM

Precios diarios de Microsoft: normalmente distribuidos

- Periodos cortos asemeja normal.
- Necesitamos solo dos medidas:
Retorno esperado y
Desv. estándar



Probability



Probability

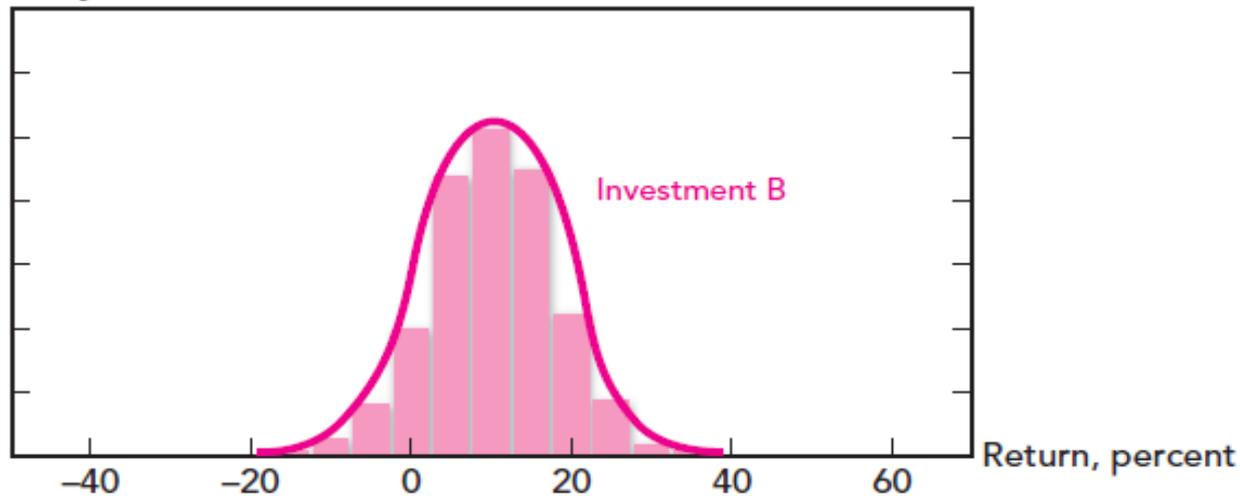


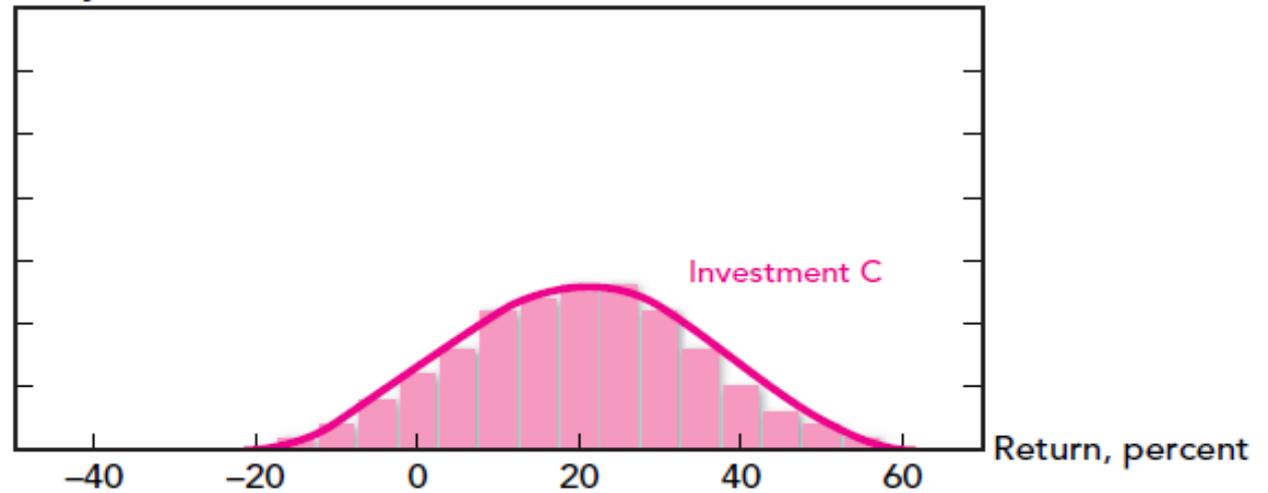
FIGURE 8.2

These two investments both have an *expected* return of 10 percent but because investment A has the greater spread of *possible* returns, it is more risky than B. We can measure this spread by the standard deviation. Investment A has a standard deviation of 15 percent; B, 7.5 percent. Most investors would prefer B to A.

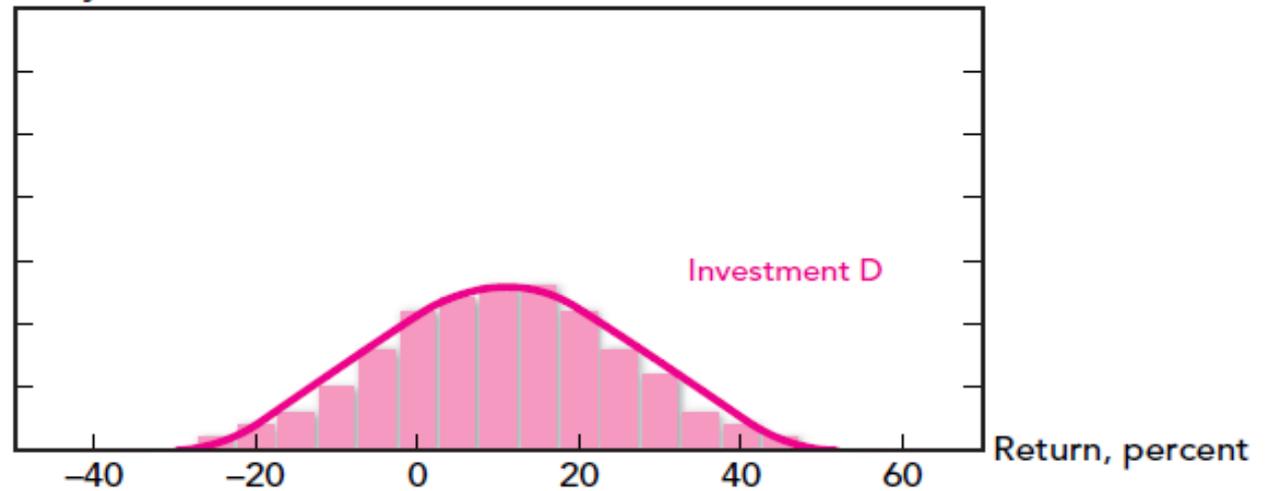
FIGURE 8.3

The standard deviation of possible returns is 15 percent for both these investments, but the expected return from C is 20 percent compared with an expected return from D of only 10 percent. Most investors would prefer C to D.

Probability



Probability



Distintas combinaciones de 2 acciones

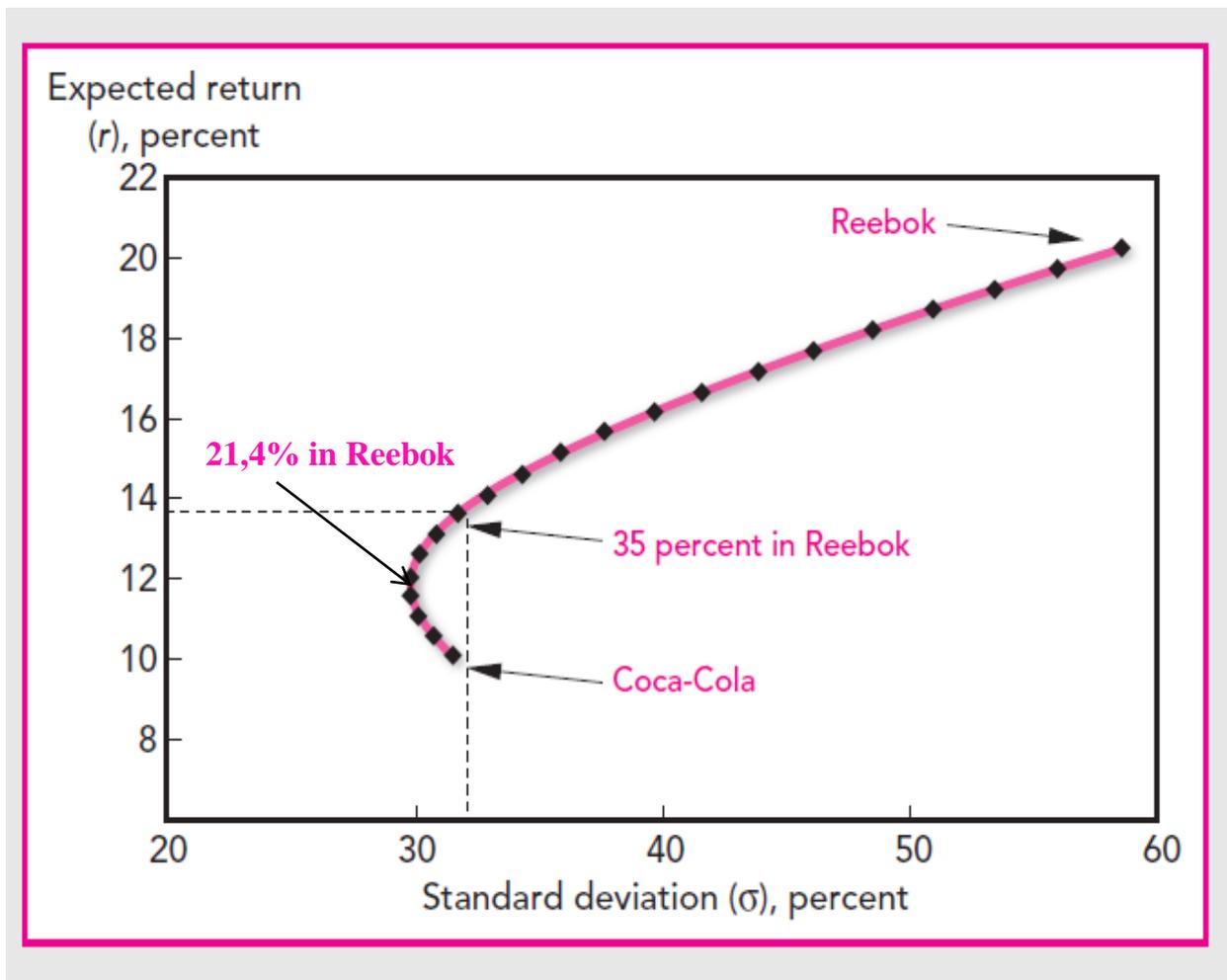
- Coca-Cola: RE = 10%; DS = 31,5%; Inv = 65%
- Reebok: RE = 20%; DS = 58,5%; Inv = 35%
- REP = 13,5%

$$\sigma_C = \sqrt{w^2 \cdot \sigma_1^2 + (1-w)^2 \cdot \sigma_2^2 + 2 \cdot w \cdot (1-w) \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \rho}$$

$$\sigma_C = \sqrt{0,65^2 \cdot 31,5^2 + 0,35^2 \cdot 58,5^2 + 2 \cdot 0,65 \cdot 0,35 \cdot 31,5 \cdot 58,5 \cdot -0,2} = 31,7\%$$

Distintas combinaciones de 2 acciones

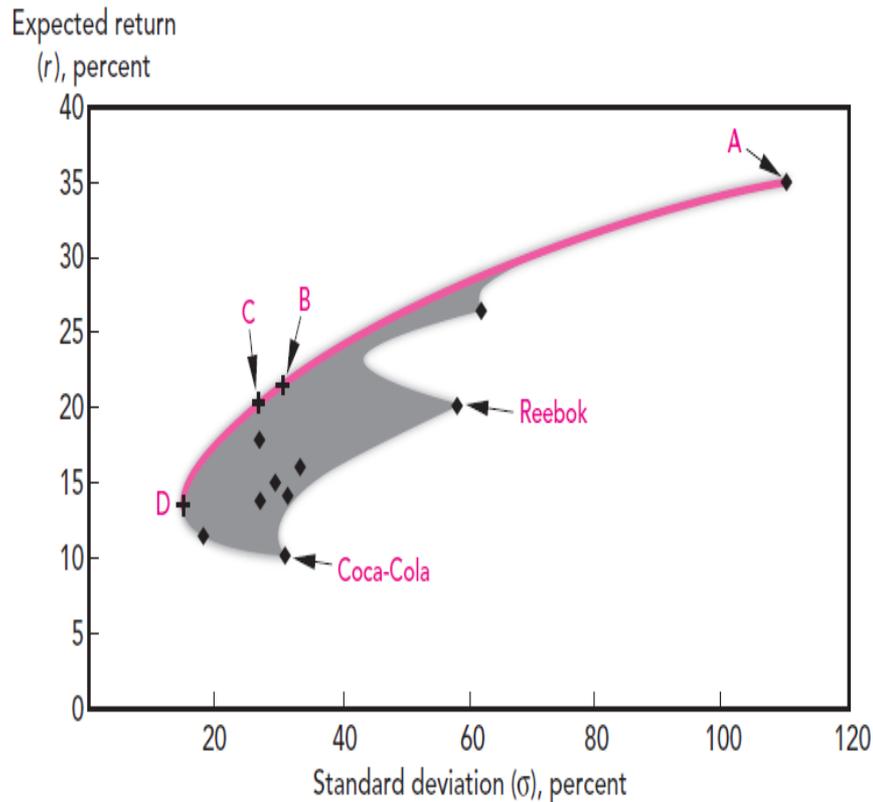
- ¿Cuál es la mejor?
Depende de las preferencias.
- Si quieres hacerte rico rápido, invierte todo en Reebok.
- ¿Si quieres minimizar riesgo?



	Expected Return	Standard Deviation
Amazon.com	34.6%	110.6%
Boeing	13.0	30.9
Coca-Cola	10.0	31.5
Dell Computer	26.2	62.7
Exxon Mobil	11.8	17.4
General Electric	18.0	26.8
General Motors	15.8	33.4
McDonald's	14.0	27.4
Pfizer	14.8	29.3
Reebok	20.0	58.5
Expected portfolio return		
Portfolio standard deviation		

Portafolios eficientes (Markowitz)

Área sombreada muestra todas las posibles combinaciones.



	Efficient Portfolios—Percentages Allocated to Each Stock			
	A	B	C	D
Amazon.com	100	9.3	4.5	
Boeing		2.1	9.6	0.6
Coca-Cola				0.4
Dell Computer		21.1	14.4	
Exxon Mobil			3.6	56.3
General Electric		46.8	39.7	10.2
General Motors				9
McDonald's			5.4	10
Pfizer			9.8	13.3
Reebok		20.7	13.0	
Expected portfolio return	34.6	21.6	19.0	13.4
Portfolio standard deviation	110.6	30.8	23.7	14.6

Portafolios eficientes se calculan con programación cuadrática (usando correlaciones).

Agregamos el mercado financiero

- Supuesto: puedo endeudarme o prestar a la misma tasa libre de riesgo.
- Tengo un portafolio S, con RE=15%; DS=16%
- Papeles Banco Central: 5% (libres de riesgo)
- Invierto 50% en S y 50% en papeles

$$r = \frac{1}{2} * \text{retorno esperado } S + \frac{1}{2} * \text{tasa de interés} = 10\%$$

$$\sigma = \frac{1}{2} * \text{desviación estandar } S + \frac{1}{2} * \text{desviación estandar de papeles} = 8\%$$

Diversificación y riesgo (2)

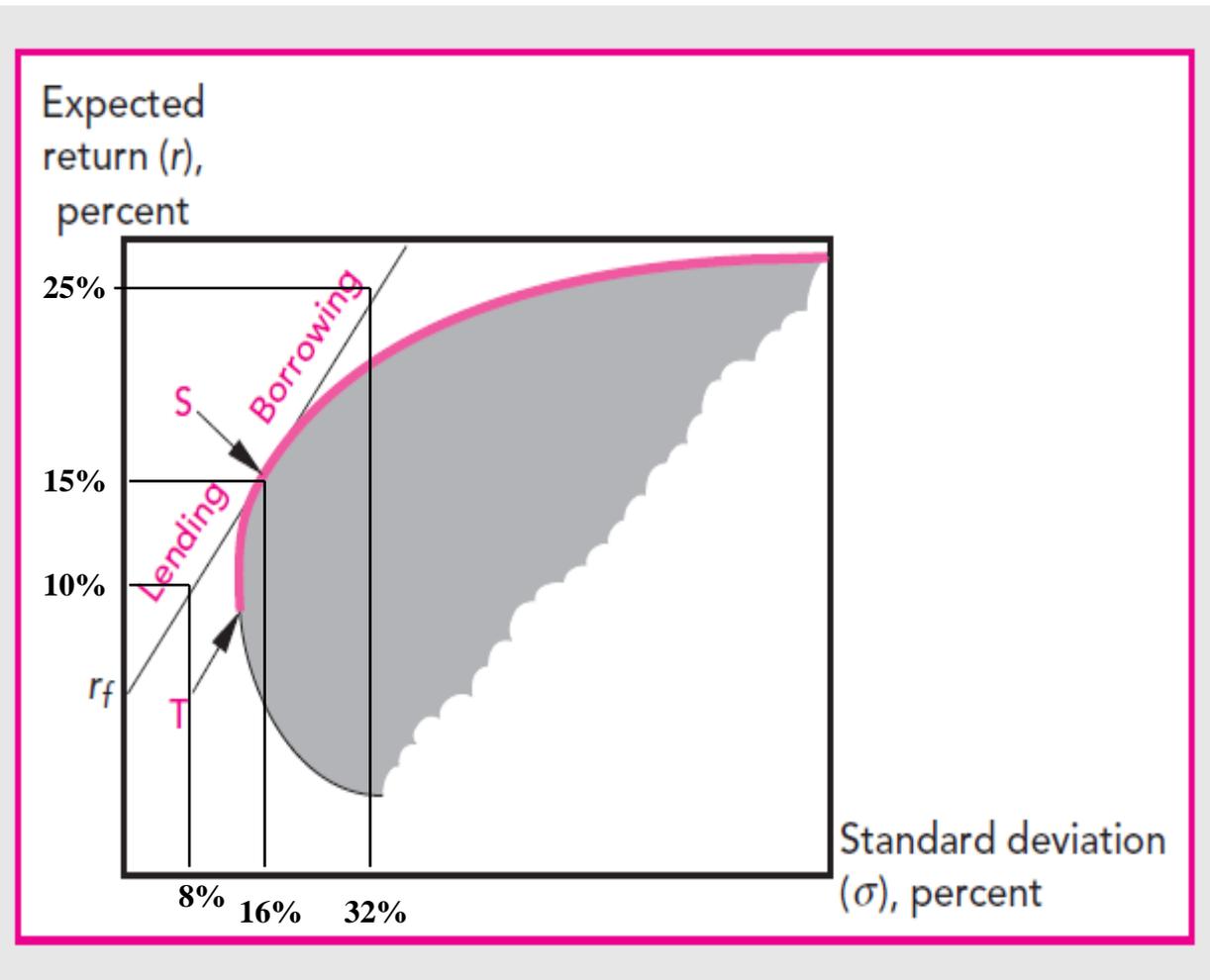
- Me endeudo en el mismo monto de mi riqueza y lo invierto en S.
- Mi riqueza inicial es 100. $r = 200 * 15\% - 100 * 5\% = 25$ y 25%

$$\sigma_C = \sqrt{w^2 \cdot \sigma_1^2 + (1-w)^2 \cdot \sigma_2^2 + 2 \cdot w \cdot (1-w) \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \rho}$$

$$\sigma_C = \sqrt{2^2 \cdot 16^2} = 32\%$$

El mercado financiero aumenta mis posibilidades

- Si invierto en portafolio S y me endeudo o invierto a la tasa libre de riesgo, puedo alcanzar cualquier punto sobre la línea recta.
- Esto da un mayor retorno esperado para cualquier nivel de riesgo que si invierto únicamente en acciones (con independencia del nivel de riesgo elegido).

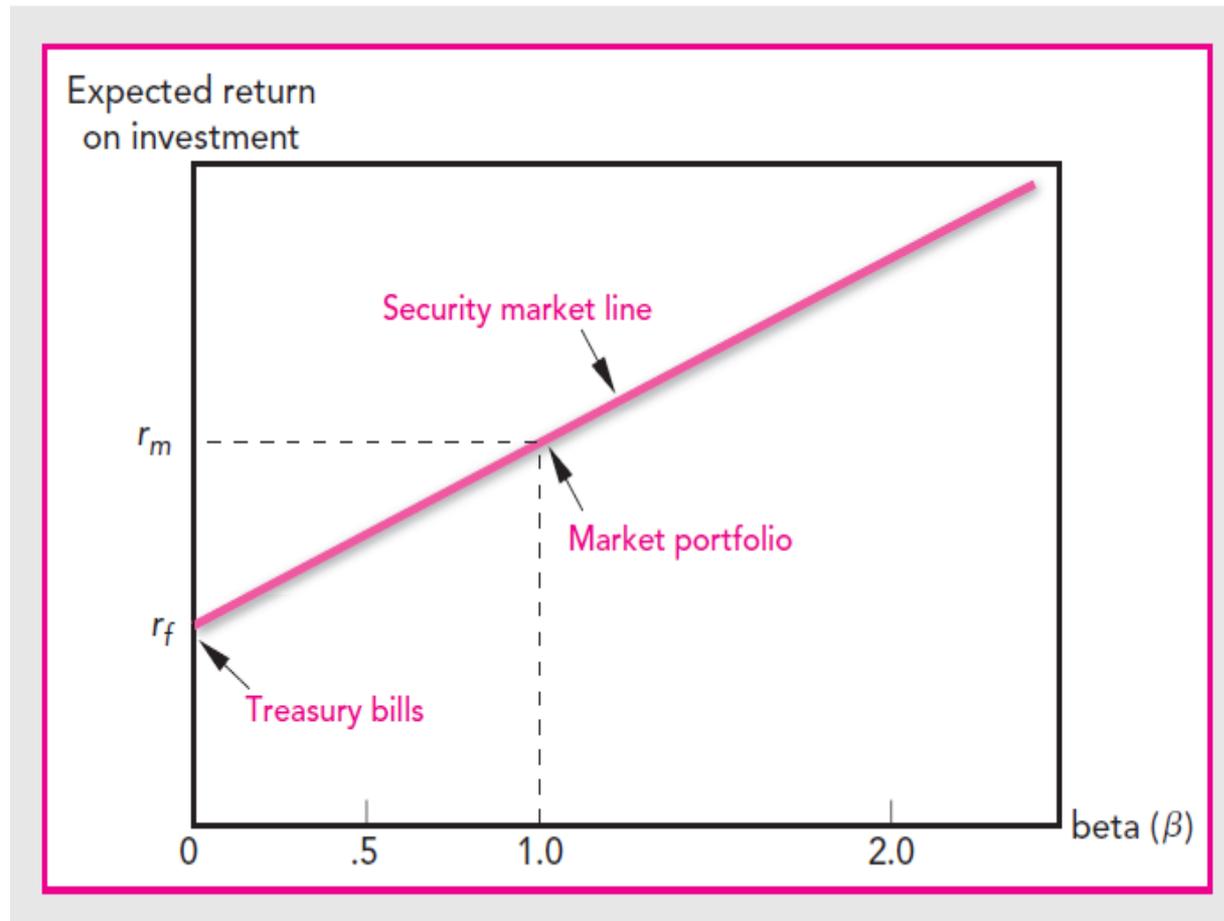


- S es el mejor portafolio eficiente. Corresponde a tangente entre línea mercado financiero y portafolios eficientes. S ofrece el mayor premio por riesgo ($r_m - r_f$) por unidad de desviación estándar.
- Entonces, se puede separar la decisión del inversionista en dos etapas (Teorema de la Separación, Tobin, 1958):
 - Primero, se debe seleccionar el mejor portafolio de acciones comunes (S en nuestro ejemplo).
 - Segundo, dicho portafolio se debe combinar con deuda o prestar según las preferencias del individuo.
- En la medida que todo el mundo comparta la misma información, no existen razones para que un inversionista no invierta S (típicamente un portafolio bien diversificado o un índice).

CAPM (Sharpe, Lintner, Treynor)

- La prima esperada por riesgo ($r - r_f$) de una acción es proporcional a su beta.
- En un mercado competitivo, cada acción debe situarse sobre la línea que conecta papeles libres de riesgo con el portafolio del mercado (**línea del mercado de títulos**).
- Por ende, la prima de una acción con beta 0,5 es la mitad de la prima del mercado.

$$r - r_f = \beta * (r_m - r_f)$$



Retornos esperados basados en CAPM

- Supongamos que $r_f = 3,5\%$; que la prima por riesgo de mercado $(r_m - r_f) = 8\%$. Teniendo los betas podemos estimar los retornos esperados en base a CAPM.

$$r - r_f = \beta * (r_m - r_f)$$

•¿Cuál sería la tasa de descuento de un proyecto para ampliar la capacidad instalada de Pfizer?

Stock	Beta (β)	Expected Return $[r_f + \beta(r_m - r_f)]$
Amazon.com	3.25	29.5%
Boeing	.56	8.0
Coca-Cola	.74	9.4
Dell Computer	2.21	21.2
Exxon Mobil	.40	6.7
General Electric	1.18	12.9
General Motors	.91	10.8
McDonald's	.68	8.9
Pfizer	.71	9.2
Reebok	.69	9.0

Principales mensajes de CAPM

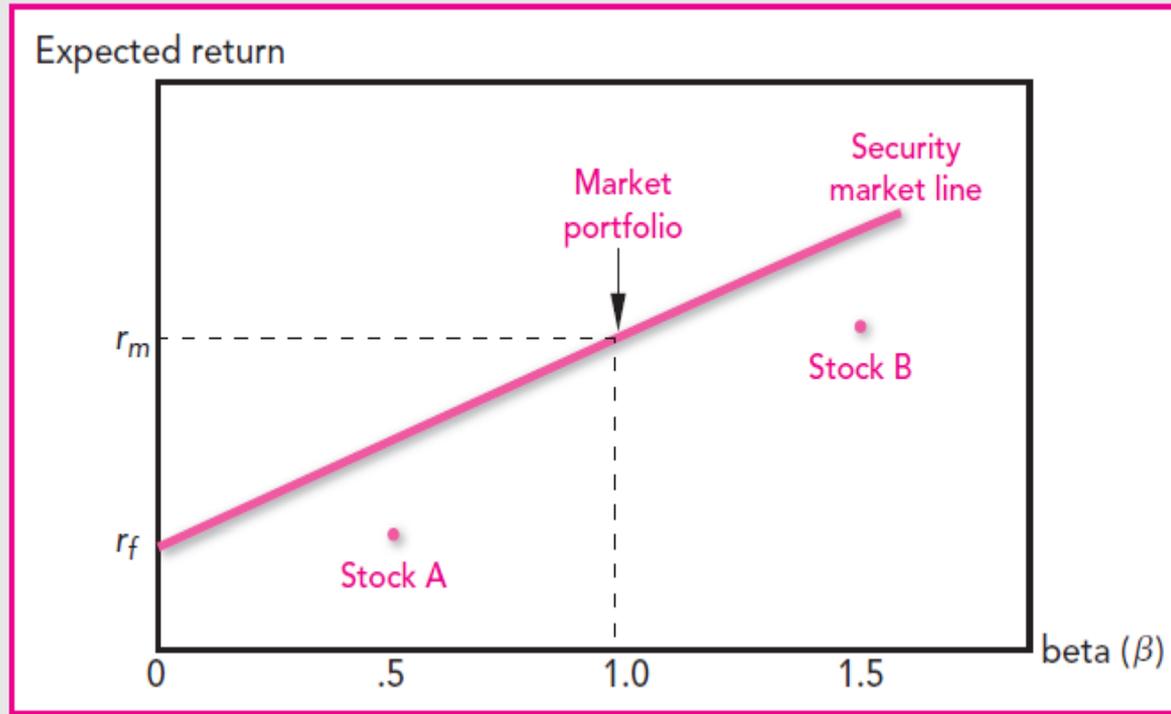
- Los inversionistas prefieren altos retornos esperados y baja desviación estándar. Los portafolios de acciones comunes que ofrecen el mayor retorno esperado dada una desviación estándar se llaman portafolios eficientes.
- Si un inversionista puede endeudarse o prestar a la tasa libre de riesgo, existe un portafolio eficiente que es mejor que todo el resto: aquel que ofrece el mayor ratio entre la prima por riesgo y la desviación estándar (S).
- Un inversionista averso al riesgo pondrá parte de su dinero en este portafolio y parte lo prestará a la tasa libre de riesgo.

Principales mensajes de CAPM (2)

- Un inversionista amante del riesgo podrá todo su dinero en S e incluso podría endeudarse para invertir aun más en S .
- La composición de S depende de los retornos esperados, de las desviaciones estándar y de las correlaciones. Si todos tienen la misma información, todos deberían invertir en S .
- La sensibilidad de una acción a cambios en el portafolio de mercado se conoce como beta. Por tanto, beta mide la contribución marginal de una acción al riesgo del portafolio de mercado.

¿Todas las acciones caen en la línea del mercado de títulos?

- ¿Usted compraría un título como A?
- CAPM nos dice que un título con beta 0,5 debe tener un retorno más elevado.
- Se puede obtener un retorno más elevado invirtiendo la mitad de su dinero en el portafolio de mercado y la otra prestando a la tasa libre de riesgo.
- Si todo el mundo piensa igual, el precio de A caerá hasta que el retorno se ubique sobre la línea.



Un inversionista siempre puede obtener una prima esperada por riesgo de $\beta * (r_m - r_f)$ en base a una combinación entre el portafolio de mercado y la tasa libre de riesgo.

Validez del CAPM

- Nadie discute que los inversionistas requieren un retorno extra por tomar riesgo.
- Los inversionistas están interesados en los riesgos que no pueden eliminar vía diversificación. De lo contrario, los precios de holdings que invierten en varios proyectos tendrían mayor valor. Pero no es el caso.

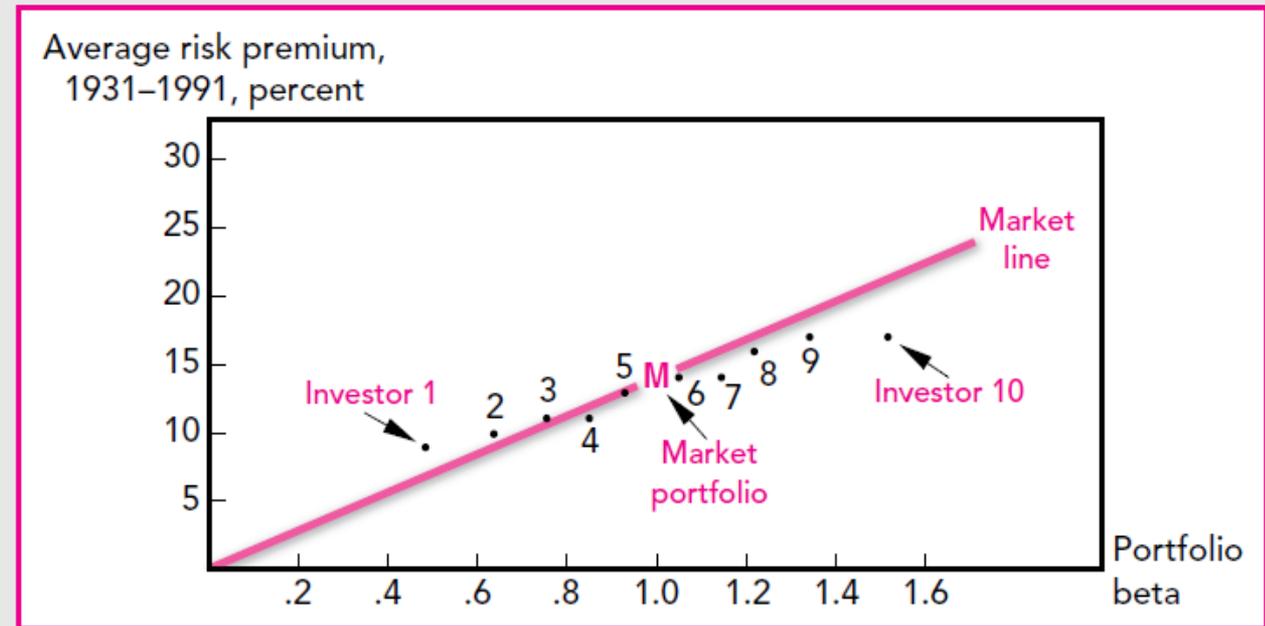


FIGURE 8.9

The capital asset pricing model states that the expected risk premium from any investment should lie on the market line. The dots show the actual average risk premiums from portfolios with different betas. The high-beta portfolios generated higher average returns, just as predicted by the CAPM. But the high-beta portfolios plotted below the market line, and four of the five low-beta portfolios plotted above. A line fitted to the 10 portfolio returns would be "flatter" than the market line.

Source: F. Black, "Beta and Return," *Journal of Portfolio Management* 20 (Fall 1993), pp. 8–18.

Costos de capital para proyectos

- El costo de capital de la empresa se define como el retorno esperado del portafolio de todos los proyectos existentes. Se usa para descontar flujos de caja de proyectos con riesgo similar al de la empresa como un todo.
- El costo de capital de la empresa no es la tasa de descuento adecuada para nuevos proyectos con riesgo distinto al promedio de la empresa. Cada proyecto debe ser evaluado acorde a su riesgo específico.
- La regla es que se deben aceptar proyectos que se sitúan por encima de la línea de títulos de mercado.
- Usar la regla de costo de la empresa puede inducir a errores como aprobar proyectos de alto riesgo y dejar de hacer proyectos de bajo riesgo.

Costo empresa vs. CAPM

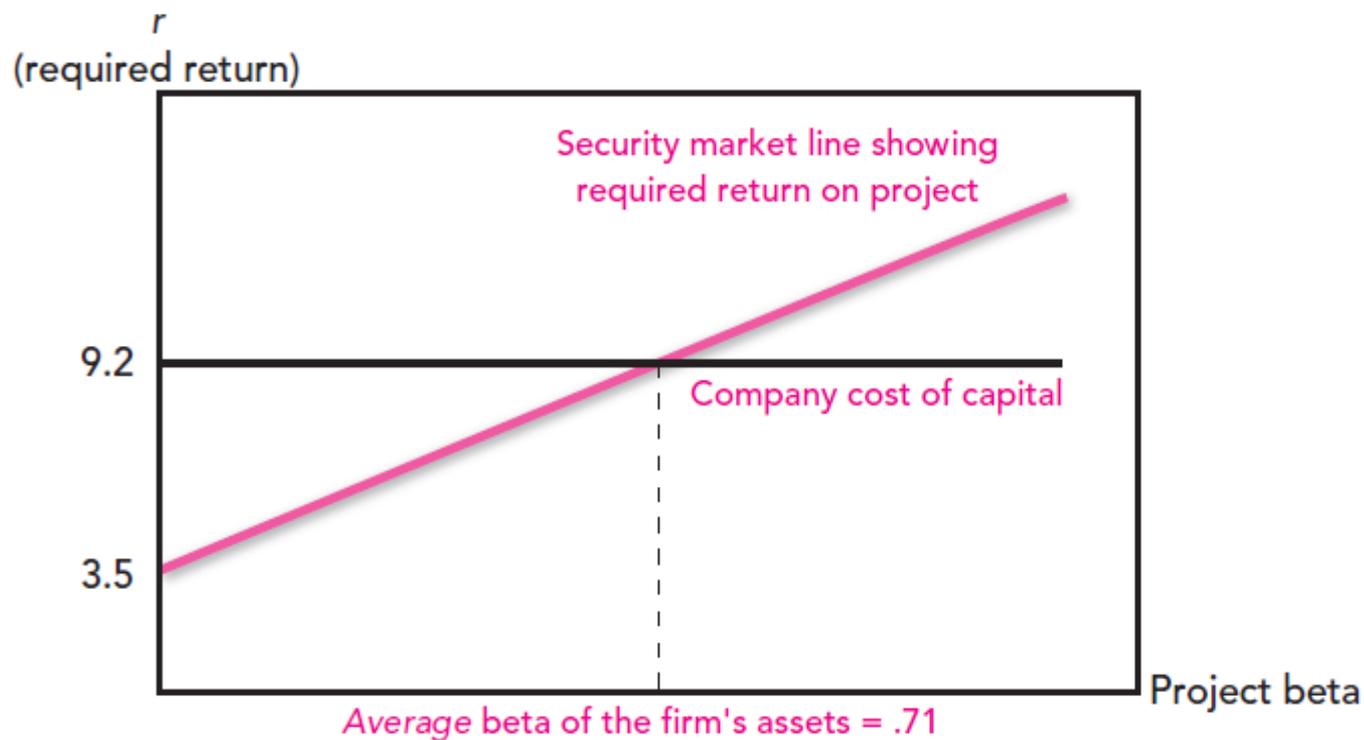


FIGURE 9.1

A comparison between the company cost of capital rule and the required return under the capital asset pricing model. Pfizer's company cost of capital is about 9.2 percent. This is the correct discount rate only if the project beta is .71. In general, the correct discount rate increases as project beta increases. Pfizer should accept projects with rates of return above the security market line relating required return to beta.

Distintas tasas para distintos proyectos

Category	Discount Rate
Speculative ventures	30%
New products	20
Expansion of existing business	15 (company cost of capital)
Cost improvement, known technology	10

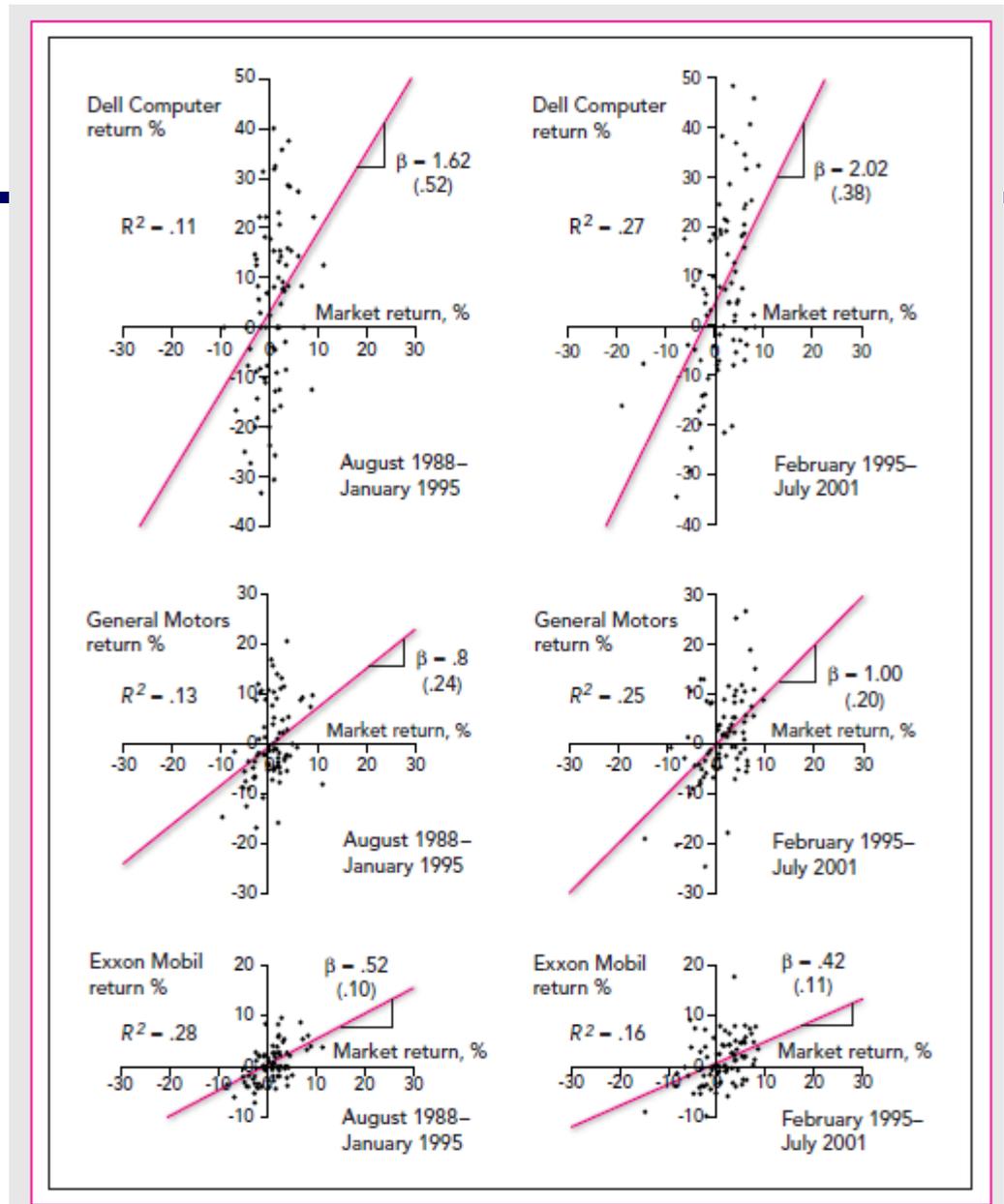
Si la tasa de descuento adecuada depende del riesgo del proyecto, ¿por qué gastar tanto tiempo en estimar el de la empresa?

- La mayoría de los nuevos proyectos tiene un costo de capital similar al promedio de la empresa.
- Es más fácil hacer ajustes cualitativos anclados en el costo promedio.

¿Cómo medir el beta?

- La pendiente de las curvas es una estimación de beta.
- Beta cambia con períodos.
- R^2 nos muestra la proporción de la varianza de la acción explicada por movimientos del mercado. La mayor parte es riesgo único.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{\text{Variación explicada en } Y}{\text{Variación total en } Y}$$



Intervalo de confianza para beta

- **Caso GM. $\beta = 1$; DS $\beta = 0,2$. usando 2 DS, obtenemos beta al 95%:**

$$0,6 < \beta_{GM} < 1,4$$

- **Mejor usar betas industriales, son más confiables (menor DS).**

	β_{equity}	Standard Error
Burlington Northern & Santa Fe	.64	.20
CSX Transportation	.46	.24
Norfolk Southern	.52	.26
Union Pacific Corp.	.40	.21
Industry portfolio	.50	.17

Estructura de financiamiento

- **Ejemplo: estimar retorno esperado de los inversionistas en Union Pacific.**
- **Supuestos: $r_f = 3,5\%$; $\beta = 0,5$; $(r_m - r_f) = 8\%$**
- **$RE = 3,5\% + 0,5 * (8,0\%) = 7,5\%$**
- **¿Es 7,5% el costo de capital de la empresa?**
- **Si y sólo si Union Pacific no tiene deuda.**

Costo de capital de la empresa se define como el costo de capital para los activos existentes; se usa para valorizar nuevos proyectos con el mismo riesgo de los antiguos.

Estructura de financiamiento(2)

- Costo de capital de la empresa = r_{activos}

$$\text{Costo capital empresa} = \frac{\text{deuda}}{\text{deuda} + \text{capital}} r_{\text{deuda}} + \frac{\text{capital}}{\text{deuda} + \text{capital}} r_{\text{capital}}$$

- Ejemplo (a valores de mercado)

ACTIVO		PASIVO	
Valor activos	100	Valor deuda(D)	30
		Valor capital(E)	70
Valor activos	100	Valor empresa(V)	100

Estructura de financiamiento(3)

- Ejemplo: costo de deuda 7,5% y rentabilidad esperada acciones 15%

$$\text{Costo capital empresa} = \frac{30}{100} 7,5 + \frac{70}{100} 15 = 12,75\%$$

- ¿Qué ocurre si la empresa levanta 10 de deuda y usa la caja para recomprar acciones?

ACTIVO		PASIVO	
Valor activos	100	Valor deuda(D)	40
		Valor capital(E)	60
Valor activos	100	Valor empresa(V)	100

Estructura de financiamiento(4)

- El cambio en la estructura de financiamiento no afecta el riesgo del paquete de deuda y capital. Por ende, los inversionistas seguirán demandando un 12,75%.
- Dado que la empresa tiene más deuda, se ha incrementado el riesgo de la deuda como del capital. Supuesto: r_{deuda} sube a 7,875%.

$$\text{Costo capital empresa} = \frac{40}{100} 7,875 + \frac{60}{100} r_{capital} = 12,75\%$$

- $r_{capital} = 16\%$. El costo de capital empresa seguirá en 12,75%. ¿Qué pasa si se repaga el 100% de la deuda?

Estructura de financiamiento y los betas

- Tanto los accionistas como los tenedores de deuda comparten el riesgo de la empresa. Pero el riesgo es mucho más bajo para los tenedores de deuda.

$$\beta_{\text{activos}} = \frac{D}{V} \beta_{\text{deuda}} + \frac{E}{V} \beta_{\text{capital}}$$

- Supuesto: $\beta_{\text{deuda}} = 0,1$ $\beta_{\text{capital}} = 1$, entonces

$$\beta_{\text{activos}} = (0,3 * 0,1) + (0,7 * 1,1) = 0,8$$

- ¿Qué pasa después del refinanciamiento?

$$0,8 = (0,4 * 0,2) + (0,6 * \beta_{\text{capital}}) \text{ entonces } \beta_{\text{capital}} = 1,2$$

FIGURE 9.3

Expected returns and betas before refinancing. The expected return and beta of the firm's assets are weighted averages of the expected return and betas of the debt and equity.

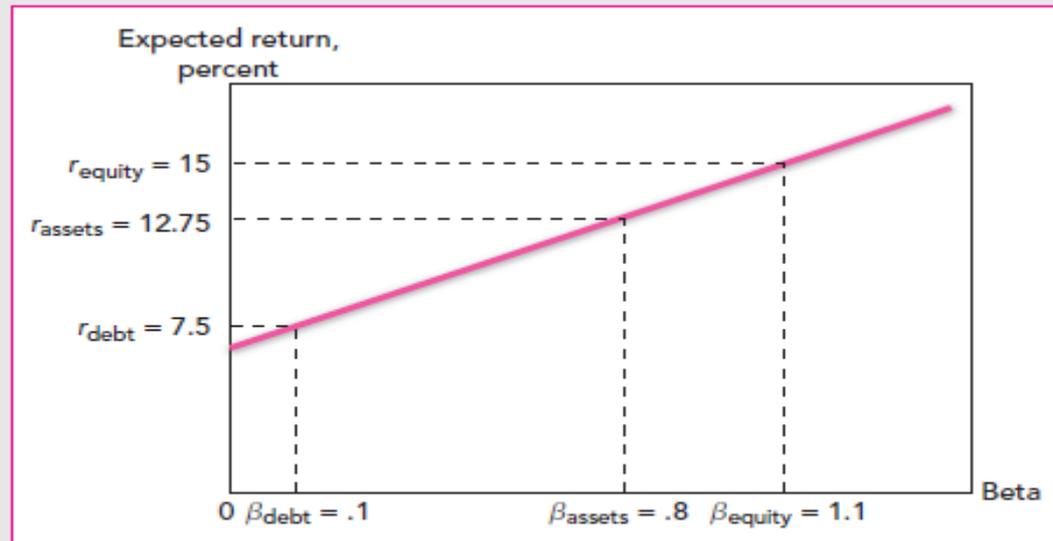
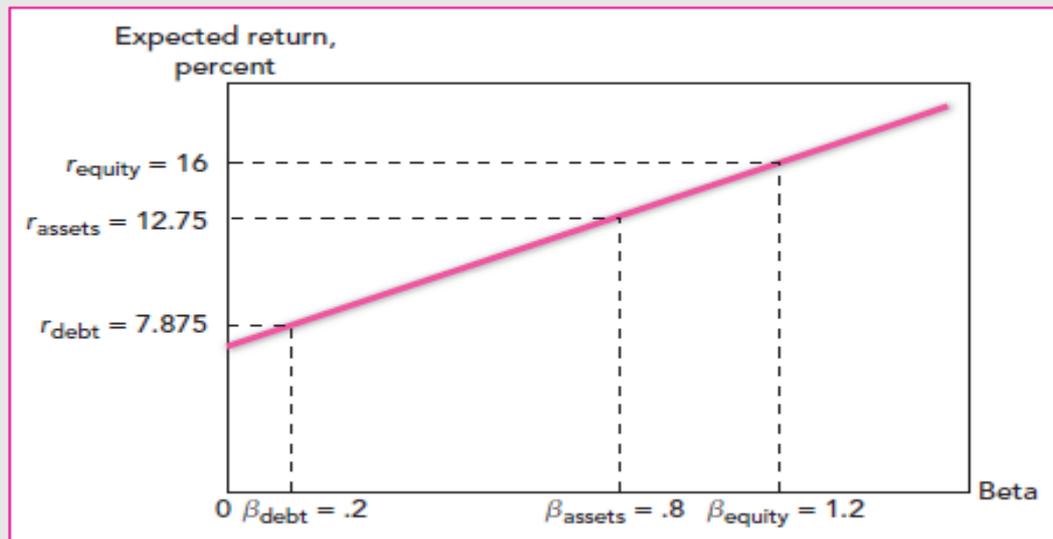


FIGURE 9.4

Expected returns and betas after refinancing.



¿Cómo pasar de β_{capital} a β_{activos} ?

- Tenemos el beta de las acciones, digamos 1,2.
- Se necesita el beta de la deuda, digamos 0,2.
- También se necesitan los valores de mercado de la deuda y del capital. Si la deuda representa un 40%, entonces

$$\beta_{\text{activos}} = (0,4 * 0,2) + (0,6 * 1,2) = 0,8$$

En resumen, cuando la empresa se financia con deuda, el costo de capital de la empresa no coincide con el retorno esperado de las acciones.

Ejemplo: Union Pacific

- Retorno esperado de las acciones = 7,5%.
- Rendimiento de la deuda = 5,5%
- Deuda representa el 40% del financiamiento

$$\text{Costo capital empresa} = \frac{\text{deuda}}{\text{deuda} + \text{capital}} r_{\text{deuda}} + \frac{\text{capital}}{\text{deuda} + \text{capital}} r_{\text{capital}}$$

$$\text{Costo capital empresa} = \frac{40}{100} 5,5 + \frac{60}{100} 7,5 = 6,7\%$$

Tasas de descuento para proyectos internacionales

- ¿Cuál es más riesgoso para un inversionista en EEUU? ¿El índice S&P en EEUU o el mercado accionario en Egipto?

- Las DS de todos los mercados son de 2 a 3 veces mayores que en EEUU, pero sólo Tailandia tiene un beta mayor que 1.

	Ratio of Standard Deviations*	Correlation Coefficient	Beta [†]
Egypt	3.11	.18	.56
Poland	1.93	.42	.81
Thailand	2.91	.48	1.40
Venezuela	2.58	.30	.77

- Beta Egipto: $3,11 * 0,18 = 0,56$

- Beta es el ratio de la covarianza a la varianza.

- Covarianza corresponde a : $\sigma_{im} = \rho_{im} \sigma_i \sigma_m$

- Entonces beta corresponde a:
$$\beta = \frac{\rho_{im} \sigma_i \sigma_m}{(\sigma_m)^2} = \frac{\rho_{im} \sigma_i}{\sigma_m}$$

- **Union Pacific en Egipto:** $RE = 3,5\% + 0,56 * (8,0\%) = 7,98\%$ donde 3,5% es la tasa libre de riesgo en EEUU y 8% es la prima del mercado en EEUU.

Proyecto suizo en EEUU

- Roche en Suiza. Utiliza beta de industria farmacéutica en Suiza c/r a al índice de mercado de Suiza. Ejemplo: $\beta = 1,1$; prima de riesgo de mercado = 6. Tasa de descuento será: $1,1 * 6 = 6,6\%$ encima de la tasa libre de riesgo de Suiza.
- ¿Qué pasa si el proyecto de Roche es en EEUU? Se usa beta del proyecto en EEUU c/r a mercado Suizo. Ejemplo: $\beta = 0,36$. Se debe descontar el flujo de EEUU, llevado a francos suizos, a $0,36 * 6 = 2,2\%$ encima de la tasa libre de riesgo de Suiza.
- ¿Por qué al medir el mismo proyecto en EEUU, dependiendo de si el inversionista es de EEUU o de Suiza, se usará el beta c/r a EEUU o Suiza, respectivamente?

Proyecto suizo en EEUU(2)

- Porque el riesgo es un concepto relativo; el beta se mide en relación con el riesgo del portafolio del inversionista. Para un inversionista de EEUU, invertir en EEUU es más de lo mismo; pero para uno suizo, le significa rebajar riesgo.
- Cuando los inversionistas mantienen portafolios eficientes, los retornos esperados en cada acción son proporcionales al beta *relativo* al portafolio. Si el índice de mercado suizo es un portafolio eficiente para inversionistas suizos, entonces los inversionistas suizos querrán que Roche invierta en EEUU si el retorno esperado es proporcional al beta relativo al mercado suizo.
- Cuando Merck (EEUU) mide el riesgo c/r al mercado de EEUU y Roche (Suiza) mide el riesgo c/r al mercado Suizo, asumen que los inversionistas invierten en portafolio local. ¿Es razonable este supuesto?

Elementos para estimar beta de activos

- **Los betas disponibles se pueden usar para estimar riesgos promedios o típicos. Pero pueden existir casos particulares atípicos que requieren recurrir a juicio experto.**
- **Al respecto, es importante considerar dos elementos:**
 - Evitar introducir factores adicionales a la tasa de descuento para compensar inestabilidades en los flujos.
 - Anclarse en los betas de los activos.

Evitar modificar tasas de descuento

- Hemos definido riesgo como la DS del portafolio o el beta de una acción.
- Al evaluar un proyecto existen factores que la gente califica como riesgo, pero que corresponden a factores que pueden resultar “mal”. Por ejemplo:
 - Un geólogo buscando petróleo se preocupa del riesgo de un pozo seco.
 - Un farmacéutico se preocupa de que una nueva droga no sea aprobada por las autoridades competentes.
 - El dueño de un hotel en un lugar políticamente inestable se preocupa del riesgo de expropiación.
- **Estos malos resultados corresponden a riesgo único (diversificable), que no afectan la tasa de descuento. Estos factores deben incorporarse en las previsiones de flujos, no en los ajustes de la tasa de descuento.**

Ejemplo: Proyecto Z

- Supuesto: flujo único de 1.000.000 el año 1; $r = 10\%$.
- $PV = 1.000.000 / 1,1 = 909.100$
- Pero nos enteramos que el proyecto requiere una tecnología en desarrollo, que si no se logra daría un flujo cero.
- Las proyecciones de flujos deben ser insesgadas, es decir, ponderar los distintos flujos con sus probabilidades.

- $PV = 900.000 / 1,1 = 818.000$

Possible Cash Flow	Probability	Probability-Weighted Cash Flow	Unbiased Forecast
1.2	.225	.27	.90, or \$900,000
1.0	.45	.45	
.8	.225	.18	
0	.10	.0	

- Paso 1, hacer la mejor estimación de los flujos esperados. Paso 2, considerar si se trata de un proyecto promedio, o de mayor o menor riesgo. Buscar factores que suben o bajan el beta de los activos.

¿Qué determina el beta de los activos?

Ciclicidad

- A menudo se asocia la variabilidad de las utilidades contables con el riesgo de una empresa. Esto tiene dos problemas.
- Uno, los beneficios contables reflejan riesgo único o diversificable. Lo que importa es su relación con la cartera de mercado. Dos, los beneficios contables no corresponden al flujo de caja. Lo que importa es el EBITDA.
- La verdadera medida de riesgo es la relación entre los cambios del EBITDA individual y los cambios en el EBITDA agregado del mercado. Beta del flujo de caja.
- Esto significa que las empresas cíclicas, cuyo resultado está fuertemente vinculado al comportamiento de la economía, tienen betas altos.

Apalancamiento operativo

- El beta del activo aumenta en proporción al peso de los costos fijos sobre los costos totales.

Flujo de caja Activo(A)=Ingreso(I)-Costo fijo(CF)-Costo variable(CV)

$VPN(A) = VPN(I) - VPN(CF) - VPN(CV)$ entonces

$VPN(I) = VA(CF) + VA(CV) + VA(A)$

Dado que la beta del ingreso es una media ponderada de sus componentes

$$\beta_{ingreso} = \frac{VPN(CF)}{VPN(I)} \beta_{CF} + \frac{VPN(CV)}{VPN(I)} \beta_{CV} + \frac{VPN(A)}{VPN(I)} \beta_A$$

Dado que El $\beta_{CF} = 0$ y que $\beta_{ingreso} = \beta_{CV}$ entonces

Apalancamiento operativo(2)

$$\beta_I = \frac{VPN(CV)}{VPN(I)} \beta_I + \frac{VPN(A)}{VPN(I)} \beta_A \quad \text{entonces} \quad \beta_A \frac{VPN(A)}{VPN(I)} = \beta_I - \frac{VPN(CV)}{VPN(I)} \beta_I$$

Multiplicando por $VPN(I)/VPN(A)$

$$\beta_A = \frac{VPN(I)}{VPN(A)} \beta_I - \frac{VPN(CV)}{VPN(A)} \beta_I$$

$$\beta_A = \beta_I * \left\{ \frac{VPN(I)}{VPN(A)} - \frac{VPN(CV)}{VPN(A)} \right\} = \beta_I * \left\{ \frac{VPN(I) - VPN(CV)}{VPN(A)} \right\}$$

$$\beta_A = \beta_I * \left\{ \frac{VPN(A) + VPN(CF)}{VPN(A)} \right\} = \beta_I * \left\{ 1 + \frac{VPN(CF)}{VPN(A)} \right\}$$

- Dado el movimiento cíclico de los ingresos (reflejado en β_I), el beta del activo es proporcional a la relación entre el VPN del CF y del Activo.
- Ceteris paribus, los proyectos con mayor ratio de costos fijos sobre el valor del proyecto, tendrán el mayor beta. Empresas con altos costos fijos tienen alto apalancamiento operativo.

Valoración de flujos equivalentes ciertos

- Los flujos inciertos de un proyecto se pueden transformar en equivalentes ciertos.
- Ejemplo: proyecto hipotecario entrega 400.000 al final del primer año. Flujo incierto, entonces $TD=12\%$. $VPN=357.143$.
- ¿Cuál es el equivalente cierto de 400.000? Es aquel que tiene el mismo VPN del flujo incierto, pero descontado a la tasa libre de riesgo (7%).
- $VPN = \text{Flujo equivalente cierto} / 1,07 = 357.143$
- O sea, un flujo cierto de 382.143 tiene el mismo VPN que un flujo esperado de 400.000.
- Dos expresiones equivalentes:

$$VPN = \frac{C_1}{1+r} = \frac{EC_1}{1+r_f}$$

Risk-Adjusted Discount Rate Method

