EVALUACIÓN DE PROYECTOS BAJO INCERTIDUMBRE

Introducción

- Un proyecto de inversión consiste en asignar recursos a una cierta actividad, partiendo en un tiempo próximo, para generar beneficios en el futuro.
- Hay pocas cosas que ocurrirán en el futuro sobre las cuales tenemos algún grado de seguridad o certidumbre.
- Un proyecto es riesgoso cuando una o varias variables del flujo de caja son aleatorias en vez de determinísticas.

Conceptos

- Incertidumbre: **existirá incertidumbre cuando las probabilidades de ocurrencia de un evento no están cuantificadas. Las fuentes básicas de la incertidumbre son cuando la información es incompleta, inexacta, sesgada, falsa o contradictoria.**

- Riesgo: **hay riesgo si los eventos que sucederán en el futuro no son determinísticos, sino que existe un grado de incerteza acerca de los que sucederá. Este grado de incerteza es sólo parcial debido a la historia, la que nos permite conocer los resultados obtenidos anteriormente en alguna experiencia y nos sirve para estimar la probabilidad de que ocurra un evento específico sometido a iguales condiciones.**

Causas del Riesgo y la Incertidumbre

- **Variabilidad en las economía en general (cambios en políticas macroeconómicas, recesiones externas, etc)**
- **La competencia**
- **El desarrollo tecnológico**
- **Cambios en las preferencias de los consumidores**
- **Cambios legislativos**

Sobre el riesgo

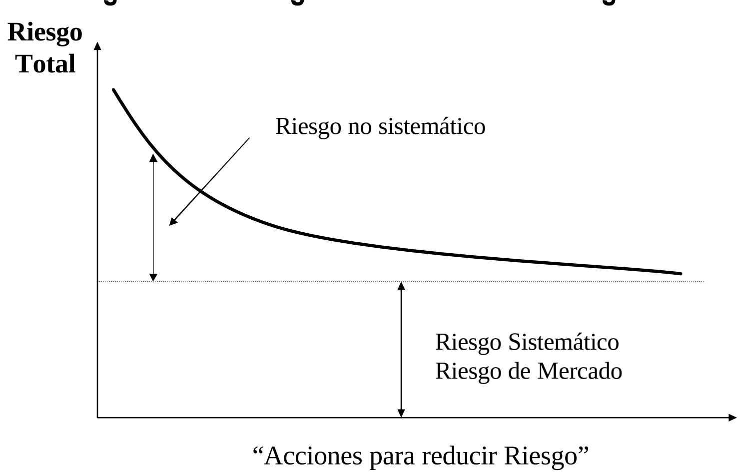
Riesgo (en finanzas): Grado de fluctuación de los retornos de una inversión o activo.

- ***Riesgo del Negocio:*** **Grado de fluctuación en los ingresos netos asociados a los diferentes tipos de negocios y estrategias de operación. Se conoce además como riesgo diversificable o no sistemático. Este riesgo puede ser eliminado.**
- ***Riesgo de Mercado*: Este riesgo es no diversificable y no se puede eliminar, pero sí reducir, es un riesgo inherente del mercado.Se conoce además como riesgo no diversificable o sistemático.**

R. Negocio + R. Mercado= Riesgo Total

Sobre el riesgo

Riesgo Total = Riesgo no Sistemático + Riesgo Sistemático



Repaso de Estadísticas

Sea X una v.a.:

- ***Probabilidad***

Discreta **$P(X=x_i)= p_i$**

Continua **P(a<=X<=b)=** $\int_a^b f(x)dx$

- ***Esperanza***

Discreta $E(X) = \sum^{\infty} x_i p_i$

Continua $E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$

Repaso de Estadísticas

Propiedades de la Esperanza

Sean X e Y v.a. y C una constante.

E(C)=C

E(CX)=C*E(X)

E(X+Y)=E(X)+E(Y)

E(XY)=E(X)E(Y), donde X e Y v.a. independientes

Estimador de la Esperanza:

Promedio aritmético $\bar{X} = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i}{n}$

Repaso de Estadísticas

Varianza

$$V(X) = s^2 = E[X - E(X)]^2$$

Propiedades. **Sean X e Y v.a. y C una constante.**

$V(CX)=C^2V(X)$

$V(X+C)=V(X)$

$V(X+Y)=V(X)+V(Y)$, donde X e Y v.a. independientes

Estimador Insesgado de la Varianza:

$$S^2_{n-1} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$$

Repaso de Estadísticas

Coeficiente de Correlación: **Mide grado de asociación entre dos variables aleatorias X e Y.**

$$r_{xy} = \frac{E[[X - E(X)][Y - E(Y)]]}{\sqrt{V(X)V(Y)}} = \frac{s_{XY}}{s_X s_Y}$$

Covarianza COV(X,Y)

$$s_{xy} = E[[X - E(X)][Y - E(Y)]]$$

Repaso de Estadísticas

Estimador del coeficiente de correlación:

$$\hat{r} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - x)^2 \sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2}}$$

Propiedad: Si X e Y son v.a. cualquiera:

V(X+Y)=V(X)+V(Y)+2COV(X,Y)

Teoría de la Utilidad

El análisis de valores históricos refleja que:

-Existe un relación entre riesgo y rentabilidad

-Los activos más rentables son más riesgosos

Ejemplo:

Una persona puede elegir entre dos alternativas de sueldo:

1.-Sueldo fijo de $100.000 ó

2.-Lanzar una moneda y recibir $200.000 si sale cara y $0 si es sello. ¿Qué escogerá?

Teoría de la Utilidad

- Valor esperado de ambas alternativas $100.000.-
- La elección dependerá de su actitud frente al riesgo:
  - Averso al riesgo : sueldo fijo
  - Amante del riesgo: lanza la moneda
  - Neutro al riesgo : Es indiferente
- Van Neumann-Morgenstern: "Las personas maximizan la utilidad esperada y no la riqueza esperada."

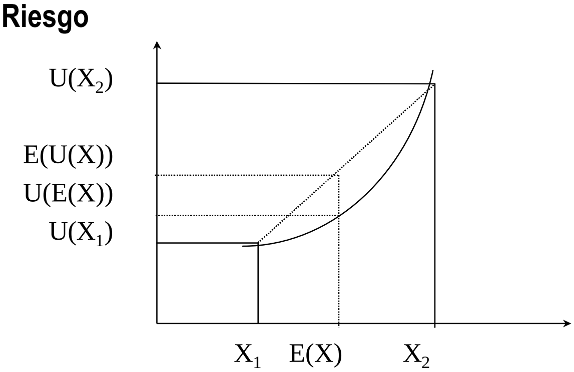
$$U1=U(100.000)$$

$$U2=0,5*U(0)+0,5*U(200.000)$$

Teoría de la Utilidad

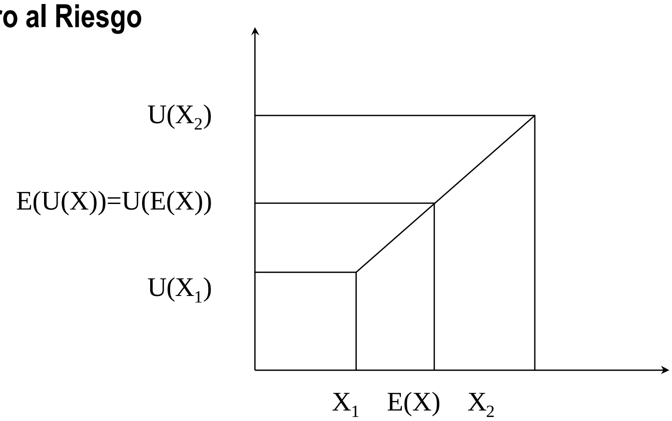
Para un individuo amante al riesgo: E[U(X)]>=U[E(X)]

Amante del Riesgo



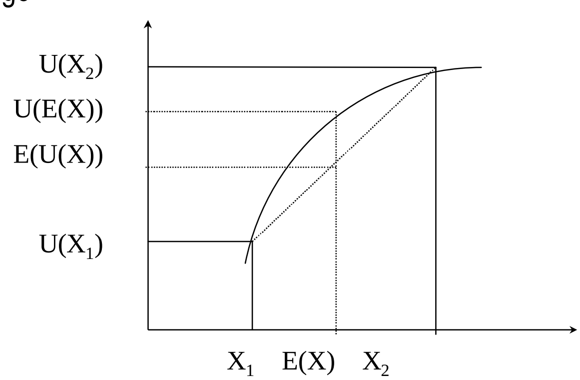
Teoría de la Utilidad

Neutro al Riesgo



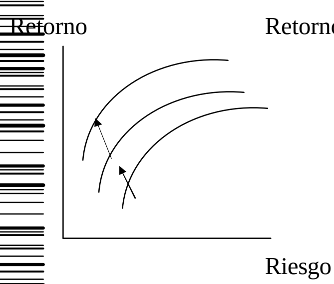
Teoría de la Utilidad

Averso al Riesgo

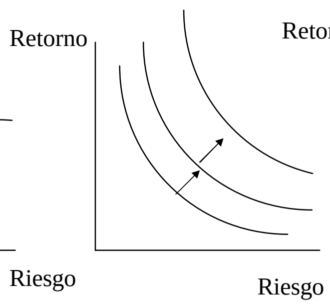


Evaluación subjetiva del Riesgo

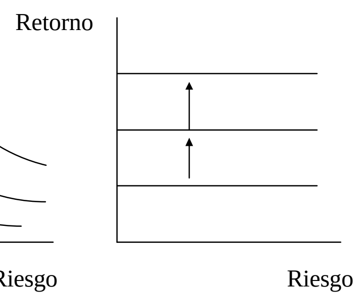
- Las personas tienen diferentes actitudes frente al riesgo
- U = f (riesgo, retorno)



AVERSO



AMANTE



NEUTRO

Supuesto de la teoría financiera

Los individuos en general son aversos al riesgo y maximizan su utilidad esperada.

Entonces, la cantidad de dinero que estarían dispuestos a recibir en forma segura en vez de participar en el juego sería menor que su esperanza matemática:

$$\boxed{E[U(W+X)] = U[W+E(X)-p(W,X)]}$$

EJEMPLO

- Un individuo tiene una riqueza actual de $100,000.
- El próximo año puede perder su automóvil valorado en $20,000 con probabilidad 25% como consecuencia de un robo.
- Función de Utilidad: U(W)=ln(W).

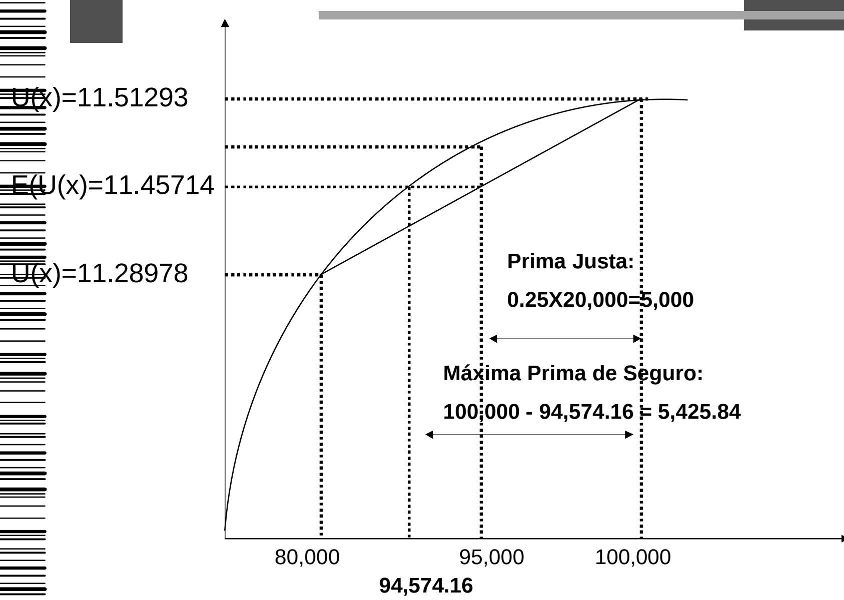
Hallar:

i) Utilidad Esperada

ii) Prima Justa (aquella que sólo cubre los costos de indemnizaciones, costos de administración = 0).

Iii) Máxima Prima dispuesto a pagar.

EJEMPLO



Análisis del riesgo en una inversión individual (sin diversificación)

Este enfoque consiste en evaluar la conveniencia de un proyecto de inversión individual, por varios métodos:

- 1) Análisis Probabilístico
- 2) Equivalente Cierto
- 3) Análisis de sensibilidad
- 4) Análisis de escenarios
- 5) Simulación
- 6) Ajuste simple en la tasa de descuento

1. Análisis Probabilístico

- Consiste en calcular estimadores de tendencia central y de dispersión del VPN (variable aleatoria) de un proyecto de inversión a través de su función de probabilidades.
- Si se establecen las probabilidades de ocurrencia de los valores que puede tomar cada una de las variables de riesgo del proyecto, se puede construir la función de distribución de probabilidades del VPN.
- A partir del VPN pueden obtenerse indicadores que reflejen el riesgo del proyecto.

Necesitamos conocer E(VPN) y s (VPN)

1. Análisis Probabilístico

Valor Esperado del VPN

- Consideremos una v.a. X que está presente en todos los flujos.

? flujo de caja aleatorio con un horizonte de n períodos: $F_0(X)$, $F_1(X)$,…., $F_n(X)$

? se puede obtener un VPN aleatorio= VPN(X)

$$VPN(X)= F_0(X) + ?\ F_t(X)/(1+r)^t$$

? el VPN esperado será la esperanza de VPN(X)

$$E(VPN(X))= E(F_0(X)) + ?\ E(F_t(X))/(1+r)^t$$

1. Análisis Probabilístico

Desviación estándar del VPN

s = v varianza

? flujo de caja independientes r = 0

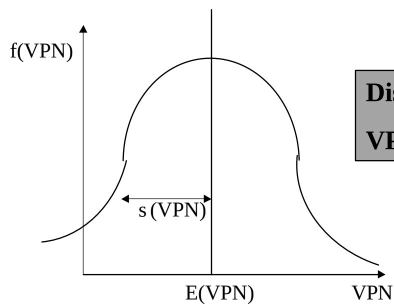
? flujo de caja perfectamente correlacionados r = 1

? flujo de caja imperfectamente correlacionados r ¹ 0

1. Análisis Probabilístico

Función de Prob. del VPN: Teorema del límite central

Si una variable aleatoria X puede ser expresada como la suma de n variables aleatorias independientes, entonces para un "n grande" la variable aleatoria X sigue aproximadamente una distribución normal.



Distribución VPN

VPN ?   N(E(VPN),s (VPN))

1. Análisis Probabilístico

Luego:
E(VPN) ?   da cuenta de la riqueza esperada.
s (VPN) ?   da cuenta del riesgo del proyecto.

CRITERIO: DEPENDE DEL COMPORTAMIENTO DEL INVERSIONISTA FRENTE AL RIESGO.

Una primera aproximación es usar como criterio el Coeficiente de Variación, que se define:

CV= s (VPN)/ E(VPN)

Este coeficiente nos indica cuántas unidades de riesgo($ del VPN) estamos tomando por cada unidad obtenida de VPN esperado. Por lo tanto, se debe elegir los proyectos con menor CV.

2. Equivalente Cierto

- Este enfoque supone que aunque el aumento del VPN incrementa el bienestar (supuesto: todo lo demás constante), éste no lo hace linealmente, sino que su aporte marginal es positivo pero decreciente.
- Con incertidumbre, maximizar el bienestar no necesariamente es igual a maximizar la riqueza

2. Equivalente Cierto

- Supongamos que un proyecto riesgoso tiene 2 posibles resultados VPN1 y VPN2, cada uno con una probabilidad de ocurrencia p y (1-p) respectivamente. La función de utilidad del dueño del proyecto es U(VPN), con:

$$\frac{?U}{?VPN} > 0 \; , \; \frac{?^2U}{?VPN^2} < 0, \quad U(VPN) \text{ cóncava}$$

- El proyecto entrega un VPN esperado de:

$$E(VPN)=p^* \; VPN1 + (1-P) * VPN\ 2$$

- La utilidad esperada es:

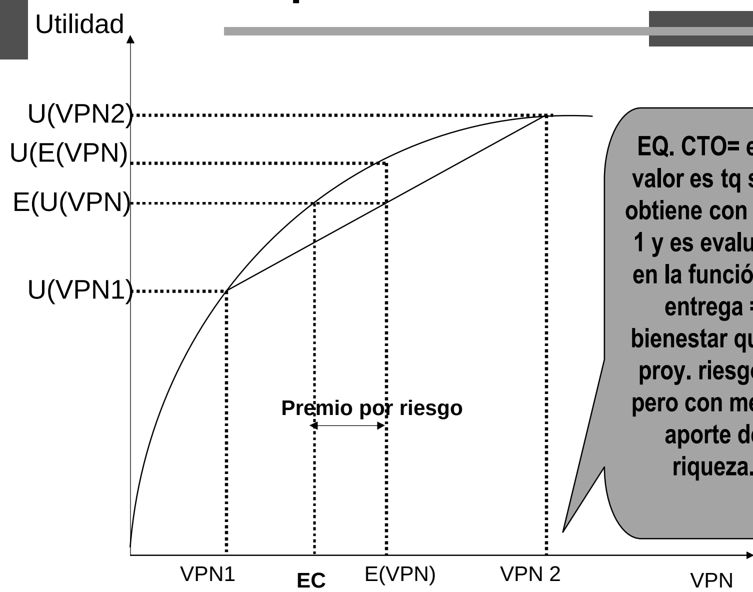
$$E(U(VPN))=p^*U(VPN1) + (1-P) *U(VPN\ 2)$$

- Luego, como U(VPN) es cóncava:

$$E(U(VPN)) < U(E(VPN))$$

La utilidad de recibir E(VPN) con prob 1 es mayor que la utilidad de recibir lo que otorga el proy. aleatorio

2. Equivalente Cierto



EQ. CTO= este valor es tq si se obtiene con prob 1 y es evaluado en la función U, entrega = bienestar que el proy. riesgoso pero con menor aporte de riqueza.

3.Análisis de Sensibilidad

1. Realizar la evaluación del proyecto en una situación base, tomando los valores esperados o medios de las variables.
2. Determinar las variables más significativas que afectan los indicadores del proyecto, como:
   - precio de venta
   - cantidad de venta
   - precio de insumos
   - costo de capital
   - costo inversión

3.Análisis de Sensibilidad

3. **Sensibilizar los indicadores ante las variaciones de las variables significativas más inciertas.**

LO RELEVANTE ES DETERMINAR CUÁLES SON LAS VARIABLES CRÍTICAS QUE HACEN QUE EL PROYECTO SEA CONVENIENTE.

3.Análisis de Sensibilidad

	Cambio % variable	VAN	Cambio % VAN	TIR
Situación base				
Precio de venta				
Precio insumos				
Cantidad vendida				
costo capital				
inversión				

CRITERIO: Si el impacto de una variable riesgosa en el VPN es importante ? el proyecto es riesgoso.
El nivel de riesgo se determina en la medida que el VPN se hace negativo para valores probables de las variables.

3.Análisis de Sensibilidad

- Si el proyecto es riesgoso, se puede hacer una evaluación costo-beneficio de la pertinencia de adquirir información que disminuya la incertidumbre, “comprar certidumbre”, por ejemplo: seguros.
- La gran ventaja de este método es su fácil aplicación. Sin embargo tiene como desventaja: no entrega un distribución de prob. para los indicadores del proyecto, se analiza un parámetro a la vez y no utiliza la dist. De pro. del parámetro.

4. Análisis de Escenarios

- Es similar al análisis de sensibilidad.
- Consiste en definir escenarios para las distintas variables riesgosas que afectan la inversión. Cada conjunto de supuestos define un escenario.
- Por lo general, se definen tres tipos de escenarios: optimista, medio y pesimista.
- Ejemplo: Un escenario pesimista sería:
  - Precio cae un 15$
  - Precio de insumos aumenta 5%
  - Las ventas disminuyen un 10%

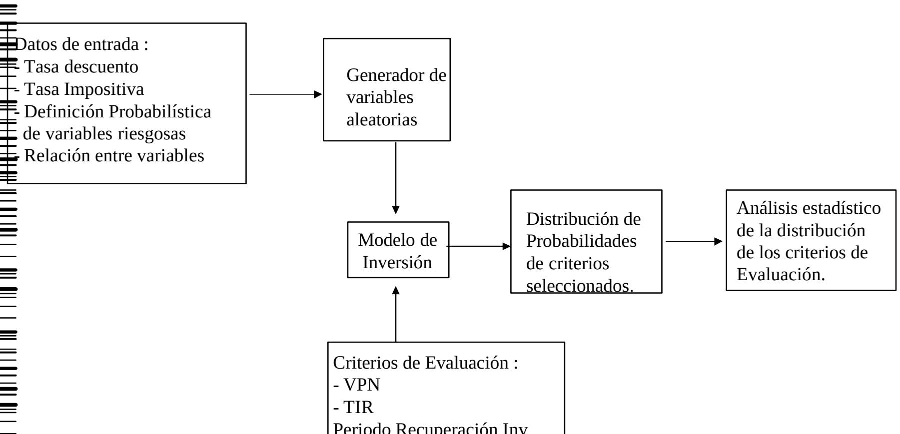
5. Simulación

- La simulación permite la evaluación de un gran número de escenarios generados aleatoriamente, de acuerdo a las distribuciones de probabilidades de las variables riesgosas y de las relaciones de interdependencia entre ellas.

- Se obtiene distribuciones de probabilidad de los criterios de evaluación seleccionados.

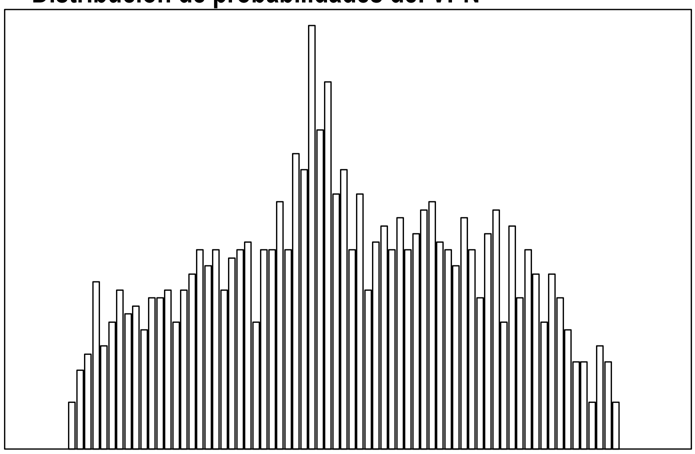
5. Simulación

- Procedimiento de la simulación



5. Simulación

- **Resultado**
- **Distribución de probabilidades del VPN**



6. Ajuste simple en la tasa de descuento

- **Supuesto: al proyecto más riesgoso se le debe exigir mayor rentabilidad.**
- **Una forma de incorporar el riesgo es a través de la tasa de descuento, agregándole un premio por riesgo**

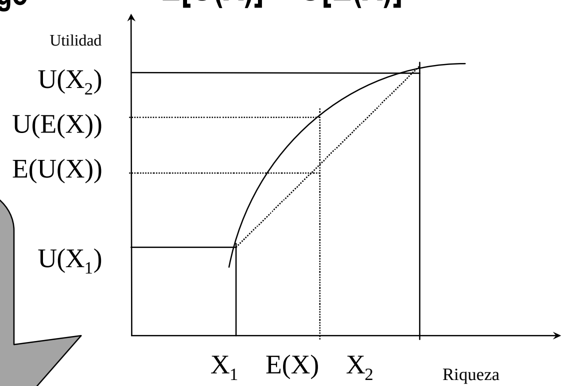
$$r^* = r_f + \delta$$

donde:

- r^* = **tasa que incorpora riesgo**
- r_f = **tasa libre de riesgo**
- δ = **premio por riesgo**
- **El problema es cómo determinar** δ
- **Se castigan demasiado los flujos futuros, y no necesariamente estos son más riesgosos.**
- **No se considera información futura como distribución de probabilidades.**

Comportamiento frente al riesgo

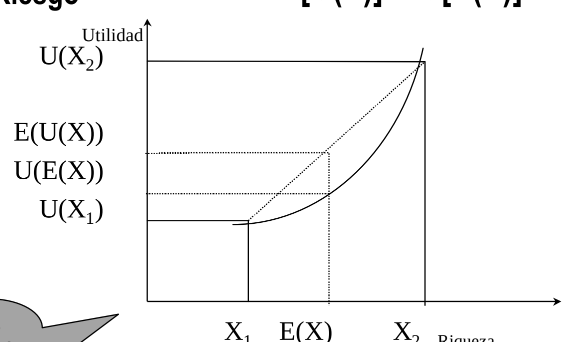
Averso al Riesgo E[U(X)] < U[E(X)]



- Si la utilidad del valor esperado es mayor que la utilidad esperada.
- La curva de utilidad es cóncava
- Estricta concavidad significa que la utilidad marginal del dinero es decreciente. Esto es, la utilidad del valor esperado es mayor que la utilidad esperada.

Comportamiento frente al riesgo

Amante del Riesgo E[U(X)]>=U[E(X)]

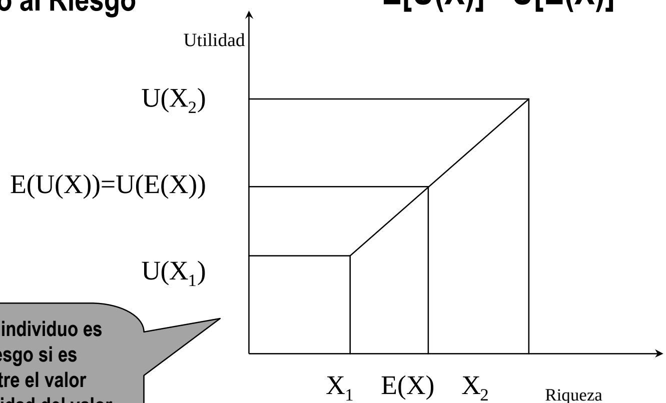


- Se dice que un individuo es amante del riesgo si prefiere el valor esperado a la utilidad del valor esperado.
- La curva de utilidad es convexa

Comportamiento frente al riesgo

Neutro al Riesgo

E[U(X)] =U[E(X)]



•Se dice que un individuo es neutro del riesgo si es indiferente entre el valor esperado a la utilidad del valor esperado.

•La curva de utilidad es recta

Diversificación

CARTERA DE PROYECTOS: COMBINACIÓN DE ACTIVOS O INVERSIONES.

- **La cartera de mercado está formada por acciones individuales, por qué su variabilidad no refleja la variabilidad media de sus componentes?**

La respuesta es que la diversificación reduce la variabilidad, esto es porque la diversificación se produce porque los precios de las diferentes acciones no evolucionan de la misma forma, están imperfectamente correlacionados.

Calculando el riesgo de la cartera

Para dos activos: el riesgo sigue representado por la raíz varianza = s

Varianza cartera= $X_1^2 s_1^2 + X_2^2 s_2^2 + 2(X_1 X_2 r_{12} s_1 s_2)$

Donde xi=cant. Inv en la acción i, s_i^2 =la varianza de la rentabilidad de la acción i, s_{ij}= la cov entre las rent. I y j y ρ es la correlación.

	ACCIÓN 1	ACCIÓN 2
ACCIÓN 1	$X_1^2 s_1^2$	$X_1 X_2 s_{12} = X_1 X_2 r_{12} s_1 s_2$
ACCIÓN 2	$X_1 X_2 s_{12} = X_1 X_2 r_{12} s_1 s_2$	$X_2^2 s_2^2$

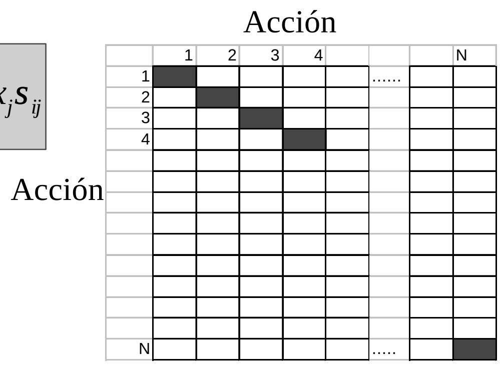
Calculando el riesgo de la cartera

- **La mayor parte de las acciones tienden a moverse juntas, r es positivo.**
- **Si las perspectivas de las acciones fueran totalmente independientes, el r es cero.**
- **Si las acciones tendieran a moverse en direcciones contrarias r y cov podría ser negativo.**

Cartera de n acciones

Las casillas de la diagonal contienen los términos de la varianza ($x_i^2 s_i^2$), y las otras contienen los términos de las covarianzas ($x_i x_j s_{ij}$)

$$\text{varianza de la cartera} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_i x_j s_{ij}$$



Matemáticas de un Portafolio

- **Regla 1: La media o retorno esperado de un activo es un promedio ponderado de los retornos de cada escenario posible. La ponderación respectiva viene dada por la probabilidad de ocurrencia de cada escenario:**

$$E(r) = \sum_{s} \Pr(s)\, r(s)$$

donde Pr(s) es la probabilidad del escenario s y r(s) es el retorno del activo en el escenario s.

Matemáticas de un Portafolio

- **Regla 2: La varianza de los retornos de un activo es el valor esperado de las desviaciones cuadráticas con respecto a su media.**

$$\sigma^2 = \sum_s \Pr(s)(r(s) - E(r))^2$$

- **Regla 3: El retorno esperado de un portafolio de activos es el promedio ponderado de los retornos esperados de los activos que lo componen:**

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^{n} w_i E(r_i)$$

El ponderador wi corresponde a la proporción del portafolio invertida en el activo i.

Matemáticas de un Portafolio

- **Regla 4: La covarianza entre los retornos de dos activos mide cómo se mueve el retorno de uno en relación al otro. La covarianza se define como:**

$$\sigma_{ij} = E(r_i - E(r_i))(r_j - E(r_j)) = \sum_s \Pr(s)(r_i(s) - E(r_i))(r_j(s) - E(r_j))$$

•Si los retornos se mueven en la misma dirección, s_{ij}>0

•Si los retornos se mueven en direcciones opuestas, s_{ij}<0

•Si los retornos son independientes, s_{ij}=0. (<u>Ojo</u>: lo contrario no es necesariamente cierto).

Recordemos que el coeficiente de correlación (r_{ij}) mide el grado de asociación lineal entre pares de retornos:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j} \quad \Leftrightarrow \sigma_{ij} = \rho_{ij}\sigma_i\sigma_j$$

Matemáticas de un Portafolio

- **Regla 5: Dado un portafolio de n activos riesgosos, con ponderaciones wi, i=1, 2, .., n, la varianza de éste viene dada por:**

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_i w_j \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^{n} w_i^2 \sigma_i^2 + 2\sum_{i<j}\sum w_i w_j \sigma_{ij}$$

donde:

- **w_i y w_j son las ponderaciones de los activos i y j, respectivamente**
- s_{ii} o s_i^2
- **Se tiene que Cov(r_i,r_j)=** s_{ij}**=Cov(r_j,r_i)=** s_{ji}

<u>Ejemplo:</u> Portafolio de dos activos

Veamos el siguiente ejemplo. Tenemos dos activos, X e Y:

Probabilidad	Retorno de X (%)	Retorno de Y (%)
0.2	11	–3
0.2	9	15
0.2	25	2
0.2	7	20
0.2	–2	6

E(X) =0.2 x (0.11+0.09+0.25+0.07–0.02) = 0.1 $\Rightarrow$ 10%

E(Y) = 0.2 x (–0.03+0.15+0.02+0.2+0.06) = 0.08 $\Rightarrow$ 8%

Ejemplo (continuación)

$$Var(X) = 0.2 \text{ x } (0.11-0.1)^2 + 0.2 \text{ x } (0.09-0.1)^2 + 0.2 \text{ x } (0.25-0.1)^2$$

$$+0.2 \text{ x } (0.07-0.1)^2 + 0.2 \text{ x } (-0.02-0.1)^2$$

$$= 0.0076$$

Análogamente,

$$Var(Y) = 0.00708$$

$$Cov(X, Y) = E(X-E(X))(Y-E(Y))$$

$$= 0.2 \text{ x } \{(0.11-0.1) \text{ x } (-0.03-0.08) + (0.09-0.1) \text{ x } (0.15-0.08)$$

$$+(0.25-0.1) \text{ x } (0.02-0.08) + (0.0701-0.1) \text{ x } (0.2-0.08)$$

$$+(-0.02-0.1) \text{ x } (0.06-0.08)\}$$

$$= -0.0024$$

Esta covarianza **negativa** indica que los retornos de X e Y se mueven en direcciones **opuestas**. Si invertimos en ambos activos a la vez, tenemos un portafolio que es menos riesgoso que mantener cada activo por separado.

Ejemplo (continuación)

Supongamos que invertimos 50% en cada activo. En dicho caso, el retorno del portafolio y su desviación estándar vienen dados por:

$$E(R_p) = 0.5 \text{ x } 0.1 + 0.5 \text{ x } 0.08 = 0.09 \Rightarrow \quad E(R_p) = 9\%$$

$$Var(R_p) = (0.5)^2 \text{ x } (0.0076) + (0.5)^2 \text{ x } (0.00708)$$

$$+ 2 \text{ x } 0.5 \text{ x } 0.5 \text{ x } (-0.0024)$$

$$= 0.0247 \quad \Rightarrow \quad \sigma(R_p) = 4.97\%$$

El retorno esperado se ubica en el punto medio de los retornos ofrecidos por X e Y, pero el riesgo del portafolio es inferior al de X o Y.

Ejemplo (continuación)

El retorno esperado y la varianza del portafolio dependerán de las proporciones invertidas en X e Y:

% invertido en X	% invertido en Y	$E(R_p)$	$\sigma(R_p)$
100	0	10%	8.72%
75	25	9.5%	6.18%
50	50	9.0	4.97%
25	75	8.5	5.96%
0	100	8.0	8.41%

Límites para la diversificación

- **La variabilidad de una cartera bien diversificada se refleja principalmente en la covarianza.**

$$s_p^2 = \overline{\mathrm{cov}} = \frac{1}{n^2 - n} \sum \mathrm{cov}_{ij}$$

- **De esta forma la mayor parte de las acciones que el inversionista puede realmente comprar están ligadas a una red de covarianzas positivas que fijan el límite a los beneficios de diversificación.**

Cómo se afecta el riesgo?

- Cuando diversificamos estamos igualmente interesados en el efecto que cada acción individual tendrá sobre el riesgo de su cartera.

EL RIESGO DE UNA CARTERA BIEN DIVERSIFICADA DEPENDE DEL RIESGO DE MERCADO DE LOS ACTIVOS INCLUIDOS EN LA CARTERA.

Ejemplo

- Supongamos que hay dos acciones en mi portafolio (X e Y sus rendimientos y P es el rendimiento del portafolio)
- P = aX + (1-a)Y donde a es la ponderación de X en el portafolio.
- Calculamos E(P) y Var(P)

$$E(P) = aE(X) + (1-a)E(Y)$$

$$Var(P) = a^2Var(X) + (1-a)^2Var(Y) + 2a(1-a)Cov(X, Y)$$

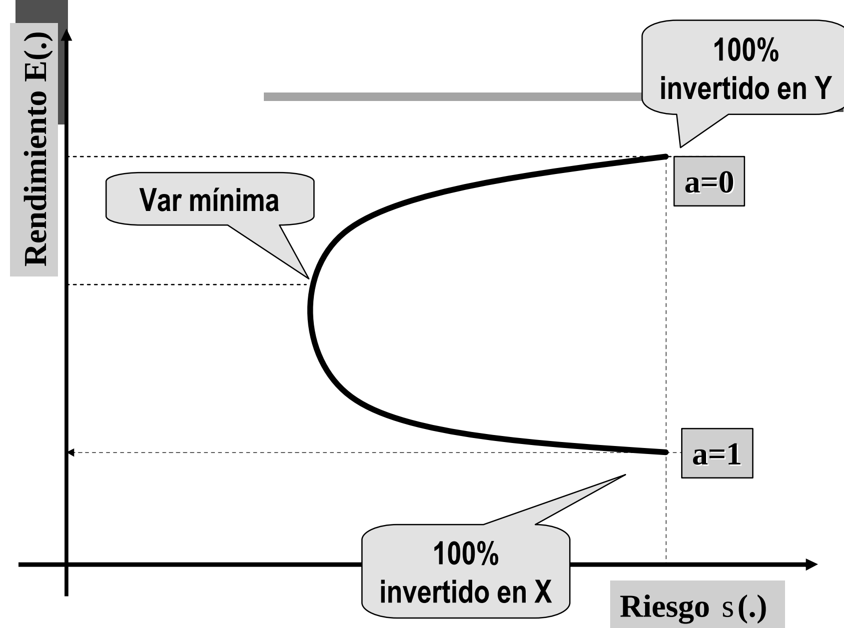
Ejemplo

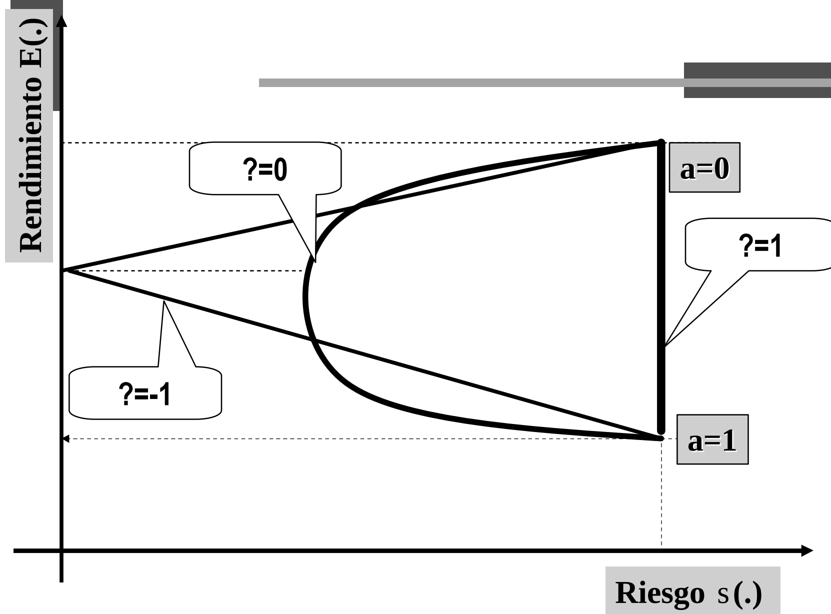
- Supongamos Var(X) = Var(Y)
- Entonces, Var(P) = Var(X)[a^2 + (1-a)^2 + 2a(1-a)?]

donde r es la correlación entre X e Y con

?=cov(X, Y)/ s(X) s(Y)

- Podemos concluir que *Var(P)£Var(X)*
- Entonces, la curva en el espacio E (r), s(r) se ve como una parábola. Eso depende del nivel de la correlación





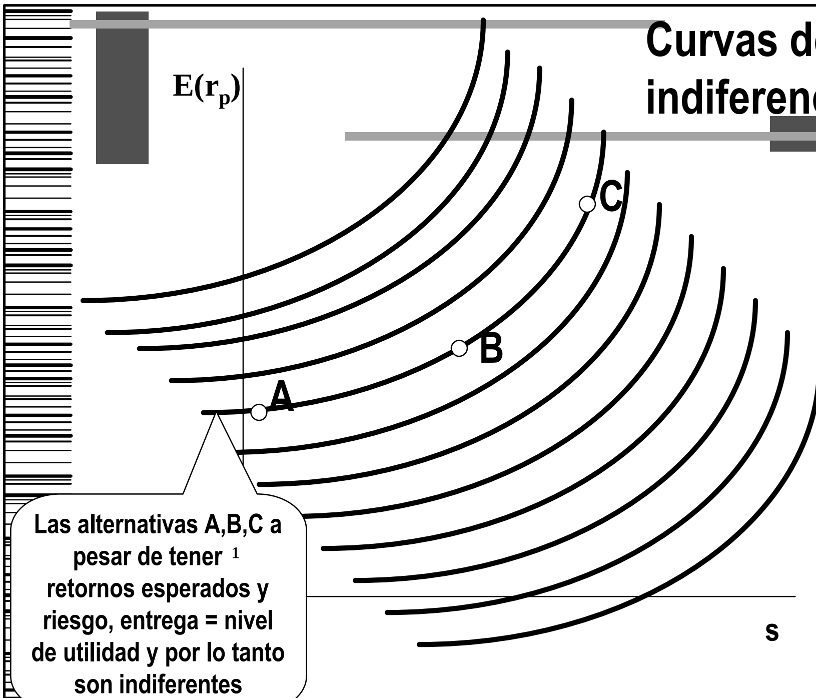
La frontera de Portafolios

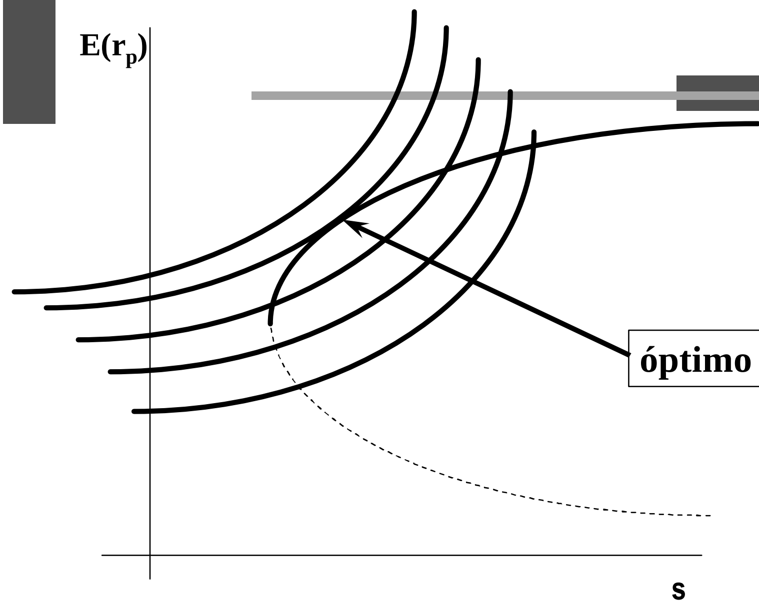
- Podemos construir las mismas curvas para cada par de fondos (acciones)
- Podemos construir con cada tres….
- Finalmente, vamos a obtener una frontera que representa todas las combinaciones posibles
- Esa frontera, se llama la *frontera de portafolios*
- También, podemos construir el portafolio del riesgo mínimo

Conclusión de Markowitz

- ¿Cómo voy a escoger una combinación de varios acciones?
- Eso depende de la preferencia (las curvas de indiferencia) de las personas
- Podemos representar las preferencias de varios personas así….

Curvas de indiferencia





La Frontera de Portafolios Eficiente (FPE)

Un portafolio se dice eficiente si:

-Ningún portafolio tiene el mismo retorno esperado a más bajo riesgo

- Ningún otro portafolio tiene el más alto retorno para un nivel de riesgo dado.

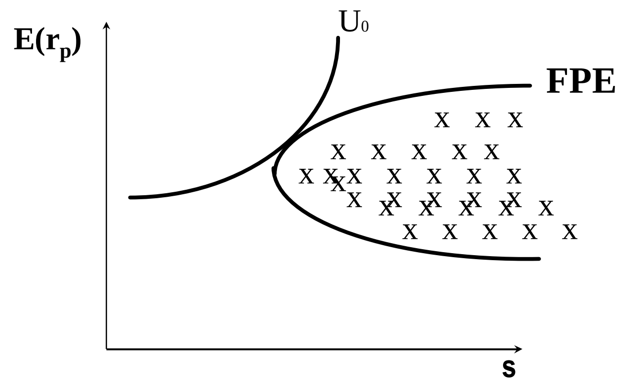
La frontera de portafolios eficientes se logra al resolver:

$$\begin{aligned} &\min s_p^2 = \sum_i \sum_j a_i a_j s_{ij} \\ &s.a. \quad \sum_i a_i E(r_i) = \overline{r_p} \\ &\qquad \sum_i a_i = 1 \end{aligned}$$

o bien:

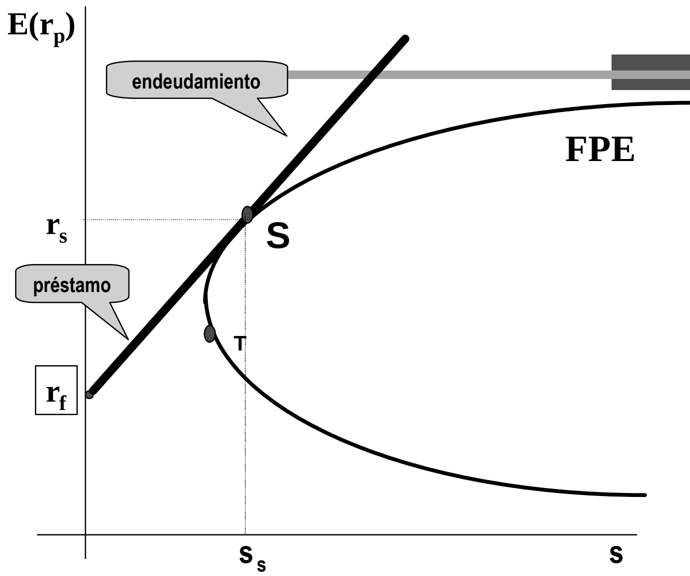
$$\begin{aligned} &\max E(r_p) = \sum_i a_i E(r_i) \\ &s.a. \quad s_p^2 = \overline{s_p^2} \\ &\qquad \sum a_i = 1 \end{aligned}$$

Gráficamente para n activos:



Introduzcamos el préstamo y el endeudamiento

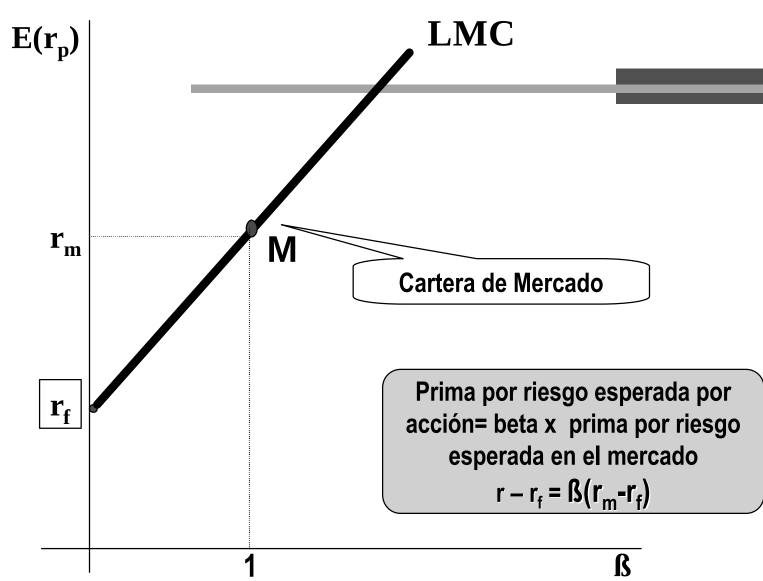
- Supuesto: se puede endeudar o prestar dinero al mismo tipo de interés libre de riesgo r_f.
- Si se invierte parte del dinero en letras del Tesoro (prestar) y se coloca el resto en una cartera S, se puede obtener cualquier combinación de rentabilidad esperada y riesgo de las que se encuentran sobre la línea que une r_f y S.
- Dado que el endeudamiento no es más que un préstamo negativo, se puede aumentar el abanico de posibilidades hacia la derecha de S tomando un préstamo a la tasa r_f e invertirlo como si fuera propio en la cartera S.



- De la figura anterior se puede ver que independiente del nivel de riesgo que elija, se puede conseguir mayor rentabilidad esperada combinando la cartera S y el préstamo o endeudamiento; no hay ninguna razón para mantener por ejemplo la cartera T(cartera ineficiente).

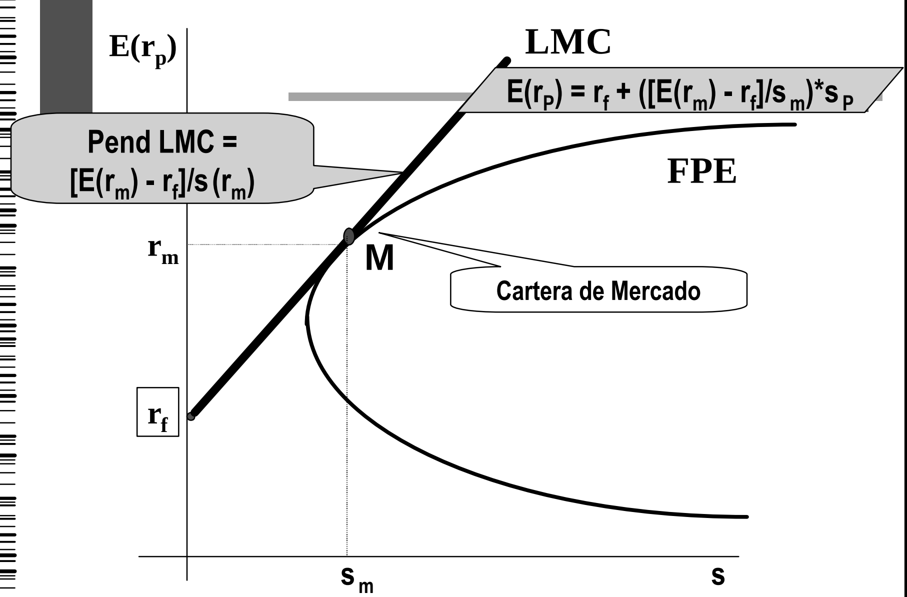
Modelo de equilibrio de activos financieros (Sharpe, Lintner y Treynor)

- **Definamos ß como la medida del riesgo no diversificable.**
  - **Letras del tesoro: ß=0 (no tienen riesgo)**
  - **Acciones ordinarias: ß=1 (riesgo medio del mercado)**
- **La diferencia entre la rentabilidad de mercado y el tipo de interés se denomina *prima por riesgo*=*r-r_f***
- **¿Cuál es la prima por riesgo si ß no es 0 ni 1?**
- **El modelo de equilibrio financiero da la respuesta, establece que en un mercado competitivo, la prima de riesgo esperado varía en proporción directa con ß, esto significa que todas las inversiones deben situarse a lo largo de la recta conocida como <u>línea de mercado de capitales.</u>**



La línea del mercado de capitales (Capital Market Line)

- Independientemente de la aversión al riesgo de los inversionistas, estos combinarán el activo M y el libre de riesgo. La aversión al riesgo sólo afecta los porcentajes de inversión entre los activos.
- La cartera riesgosa M (en la que todos los inversionistas invertirán) se llama cartera de mercado de activos riesgosos. La cartera de mercado se define como la cartera formada por todos los activos en la economía según sus pesos de valor de mercado.



Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM)

<u>Supuestos</u>:

- Modelo discreto y de un solo periodo.
- Inversionistas aversos al riesgo.
- Maximizan su utilidad esperada al fin del período.
- Todos tienen la misma frontera eficiente.
- Los portafolios quedan caracterizados por su media y varianza
- Existe una tasa libre de riesgo r_f a la cual se puede prestar y pedir prestado.
- Todos los activos son transables y perfectamente divisibles.
- No existen costos de transacción.
- Todos los inversionistas tienen información disponible sin costo.
- No existen impuestos ni regulaciones.

Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM)

Sea $b_i = \frac{s_{im}}{s_m^2}$ **: medida del riesgo no diversificable**

Luego, el modelo CAPM, que permite calcular el retorno exigido a un activo o acción es:

$$\boxed{E(r_i) = r_f + b_i * (r_m - r_f)}$$

Con:

- $E(r_i)$ = retorno exigido al activo i
- r_f = retorno del activo libre de riesgo
- $ß_i$ = parámetro beta del activo i
- r_M = retorno promedio del mercado

Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM)

- Los individuos aversos al riesgo exigen un premio por el riesgo asumido.
- El mercado sólo valora el riesgo sistemático (reflejado en el beta). El riesgo no sistemático es irrelevante, pues se puede diversificar.
- La magnitud de b nos indica la relación entre la rentabilidad esperada y el riesgo no diversificable del activo i y el mercado:
  - Si b_i <1 el activo i tiene una rentabilidad esperada menor a la de mercado pero con menor riesgo no diversificable.
  - Si b_i >1 el activo i tiene una rentabilidad esperada mayor a la de mercado pero a un mayor riesgo no diversificable.
  - Si b_i =1 el activo i es el portafolio de mercado.
  - Si b_i =0 el activo i es el activo libre de riesgo.

Características del ß

- El coeficiente b tiene la propiedad de ser lineal:

$$b_P = w\, b_X + (1 - w)\, b_Y$$

- El b de un activo refleja las características de la industria y las políticas administrativas que determinan la forma en la que la rentabilidad fluctúa en relación con las variaciones en la rentabilidad general del mercado.

- Si el ambiente económico general es estable, si las características de la industria permanecen sin cambiar y las políticas de la administración tienen continuidad, la medida del b será relativamente estable cuando se calcule para diferentes periodos de tiempo.

- Existe bastante evidencia empírica del modelo, y en la mayoría de los mercado financieros el coeficiente b se calcula para todas las acciones y sectores industriales.

- La intercompensación entre riesgo y rentabilidad dada por el CAPM requiere que todos los proyectos ganen por lo menos la rentabilidad exigida por el mercado sobre proyectos de riesgo equivalente.

VPN de proyectos riesgosos según CAPM

$$VPN_i = -E(Inv) + \sum_{t=1}^{n} \frac{E(FC_t)}{(1+E(r_i))^t}$$

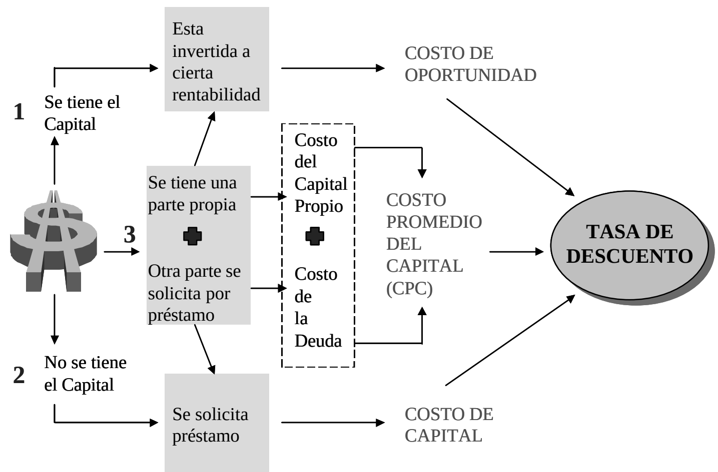
$$VPN_i = -E(Inv) + \sum_{t=1}^{n} \frac{E(FC_t)}{(1+r_f + b_i * (r_m - r_f))^t}$$

- **El hecho que usemos la misma tasa de descuento ajustada por riesgo durante toda la vida del proyecto supone que el ß del proyecto es el mismo durante todo el tiempo. Esto puede ser un supuesto inválido, particularmente en caso de nuevos productos, los cuales tienden a ser altamente sensibles a algunas etapas del proyecto.**

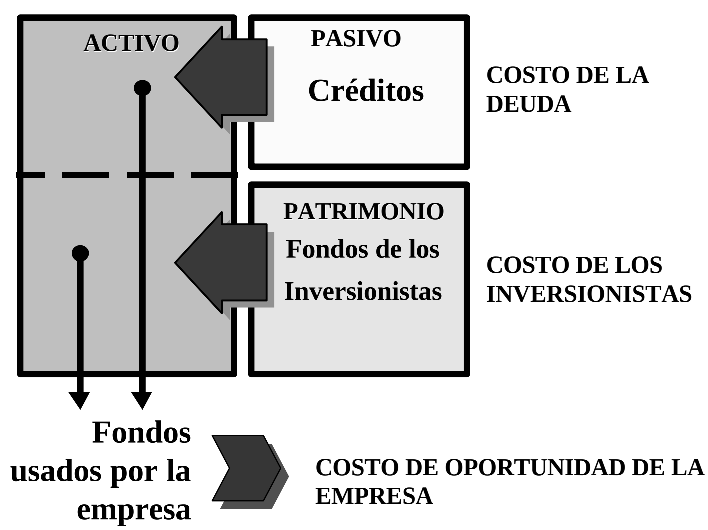
¿Qué pasa si el proyecto o empresa tiene deuda?

¿Cuál es la tasa de descuento apropiada?

En busca de r…



Estructura de capital de la empresa



Política de financiamiento

- Al seleccionar la forma de financiar un proyecto, es relevante conocer la estructura de endeudamiento, el riesgo asociado a cada uno de los flujos y los impuestos.
- Podemos sospechar, que la forma como un proyecto se financie, puede generar riqueza para los accionistas.
- El aumento del valor de un proyecto por efecto de endeudamiento, se le conoce como “apalancamiento financiero”.

Costo de la Deuda

- Los préstamos o bonos, deben generar un flujo de pago en fechas futuras determinadas, en un monto que generalmente es mayor al capital obtenido originalmente. Esto se debe al pago de los intereses, que compensa el servicio de financiamiento.
- Si se consigue un préstamo al 10% anual, entonces el costo de la deuda será de 10% (r_D).
- Debido a que existen impuestos, y los intereses son deducibles de impuestos, entonces el costo de la deuda después de impuesto es:

$$r_{D} * (1-t)$$

Ejemplo

- Supongamos que un proyecto requiere una inversión de $100.000 que se financia con deuda, y se puede lograr una utilidad de $30.000.
- Supongamos una tasa de interés anual de r_D=10% e impuestos por 15% sobre las utilidades.

	Con Deuda	Sin Deuda
Utilidad Antes de Impuestos	30.000	30.000
Intereses (10%)	-10.000	
Utilidad Antes de Impuestos	20.000	30.000
Impuestos (15%)	- 3.000	-4.500
Utilidad después de Impuestos	17.000	25.500

- Así, el costo de la deuda es (25.500-17.000) = 8.500, es decir 8,5%, que equivale a r_D*(1-t) = 10% (1-15%)

Costo del Capital Propio (o del Patrimonio): r_P

- Representa la parte de inversión que se realiza con capital propio.
- Para una empresa, Capital Propio puede representar parte de Utilidades retenidas para ser reinvertidas o nuevos aportes de los socios.
- ¿Cuándo los Accionistas estarán dispuestos a financiar? Los inversionistas estarán dispuestos a destinar recursos a un nuevo proyecto, si la rentabilidad esperada compensa los resultados que podría obtener si destina esos recursos a otra alternativa de inversión de igual riesgo.

Costo del Capital Propio (o del Patrimonio): r_P

- El inversionista tiene, regularmente, un set de oportunidades de inversión, tales como: carteras de inversión, depósitos con cero riesgo, inversiones en proyectos alternativos, etc.
- El Costo de Oportunidad de su inversión, es la mejor inversión alternativa, en términos de su retorno, que tiene el mismo nivel de riesgo.
- Para determinar el Costo del Capital propio, emplearemos el CAPM, así entonces el r_P, será igual a una tasa libre de riesgo, más un premio por riesgo:

$$r_P = r_f + (E(r_m) - r_f) * b_P$$

Costo del Capital Propio (o del Patrimonio): r_P

en donde: $E(r_m)$ es el retorno esperado de la cartera de mercado (que incorpora todos los activos de la economía), r_f es la tasa libre de riesgo (Ej. Bonos del Tesoro) y b_P es el coeficiente de riesgo sistemático de las acciones (patrimonio).

Por ejemplo: Si la tasa libre de riesgo es 5,5%, el retorno de mercado se considera en un 10,3% y el beta del patrimonio es 1,8.

$$r_P = 5,5 + (10,3 - 5,5)*1,8 = 14,14\%$$

Es importante saber que el riesgo del patrimonio se incrementa con el nivel de endeudamiento (sube su beta), por lo que los accionistas exigirán un retorno mayor.

Costo de Capital (r_A)

- Sabemos que la utilidad operacional satisface proporcionalmente los requerimientos de rentabilidad de aquellos que poseen derechos sobre los activos, es decir, de los acreedores (por la deuda), y de los accionistas (por el patrimonio).
- Luego, la rentabilidad esperada de los activos es igual al promedio ponderado de las rentabilidades esperadas de la deuda y del patrimonio:

$$\boxed{r_A = \frac{D}{D+P}(1-t)\, r_D + \frac{P}{D+P}\, r_P}$$

- *Este es el Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC). Nos entrega el costo de capital para proyectos idénticos a la empresa (mismo riesgo, misma razón de endeudamiento).*

El Impuesto a las Utilidades y el Valor de la Empresa (o Proyecto)

- Cuando existen impuestos, la financiación mediante deuda tiene una efecto importante sobre la decisión de la estructura de capital: los intereses que pagan las empresas son un gasto deducible de impuestos.
- Supongamos dos empresas idénticas. La empresa P está financiada sólo con patrimonio, mientras que la empresa L tiene una deuda de $2.000 al 10%.

El Impuesto a las Utilidades y el Valor de la Empresa (o Proyecto)

	P	L
Utilidades antes de intereses e impuestos	1.000	1.000
Intereses pagados a acreedores (10%)	0	200
Utilidades antes de impuestos	1.000	800
Impuesto (15%)	150	120
Utilidad para los accionistas	850	680
Utilidad para los acreedores	0	200
Disponible para accionistas y acreedores	850	880
Ahorro fiscal por intereses	0	30

El Impuesto a las Utilidades y el Valor de la Empresa (o Proyecto)

- El pago de impuestos de la empresa L es $30 menor que el de P. Estos $30 son el ahorro fiscal proporcionado por la deuda de L.
- Se origina, porque en el caso de la empresa endeudada, el gobierno deja de percibir esos $30. En el fondo, el gobierno paga el 15% de los intereses de L.
- El ahorro de impuestos es un activo con valor. El ahorro de impuestos de un período está dado por:

$$\boxed{\text{Ahorro Fiscal} = t \times r_D \times D \qquad \text{(Escudo Tributario)}}$$

- donde D es el monto de deuda de la empresa, r_D la tasa de interés de la deuda, y t la tasa de impuestos a las utilidades de la empresa.

El Impuesto a las Utilidades y el Valor de la Empresa (o Proyecto)

- **Suponiendo que la empresa mantiene ese nivel de deuda en forma <u>permanente</u>, es decir, la va renovando a medida que va venciendo, el valor presente del ahorro fiscal es:**

$$\boxed{\text{VP(Ahorro Fiscal)} = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{t \cdot r_D \cdot D}{(1+\rho)^j}}$$

- **Con respecto a r, el supuesto habitual es que el ahorro fiscal tiene el mismo riesgo que la deuda, y por lo tanto debe ser descontado al costo de la deuda, r_D.**

$$\text{VP(Ahorro Fiscal)} = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{t \cdot r_D \cdot D}{(1+ r_D)^j} = \frac{t \cdot r_D \cdot D}{r_D} = t \cdot D$$

El Impuesto a las Utilidades y el Valor de la Empresa (o Proyecto)

- **Bajo estos supuestos, el valor actual del ahorro fiscal es independiente del costo de la deuda. Es igual a la tasa de impuesto a las utilidades por el volumen de la deuda.**
- **En el ejemplo anterior:**

$$\text{VP(Ahorro Fiscal)} = \frac{30}{10\%} = 300$$

- **O bien:**

$$\text{VP(Ahorro Fiscal)} = t \cdot D = 15\% \cdot 2.000 = 300$$

- **En realidad, es como si el gobierno asumiera el 15% de la deuda.**

El Impuesto a las Utilidades y el Valor de la Empresa (o Proyecto)

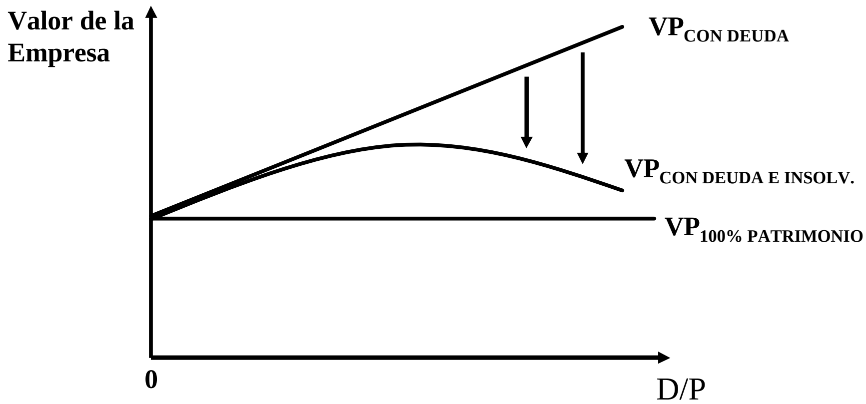
- Si el monto de la deuda es variable o no es permanente, no se puede usar la fórmula simplificada ($t \times D$), y hay que proceder a hacer el cálculo detallado.
- Si la deuda no es permanente, o no se puede usar el ahorro fiscal (por pérdidas), el valor presente del ahorro fiscal es menor.
- Un proyecto o empresa que tiene deuda paga menos impuestos que una que no tiene, y por lo tanto tiene una mayor utilidad total para repartir entre acreedores y accionistas. Una empresa que tiene mayor utilidad, debe valer más. En nuestro ejemplo, el valor de la empresa se incrementa en el valor del escudo tributario, es decir, $300.

El Impuesto a las Utilidades y el Valor de la Empresa (o Proyecto)

- Cualquier proyecto, aunque esté financiado 100% con patrimonio, genera capacidad de endeudamiento, la que se puede utilizar en el proyecto o en otra parte de la empresa. En todo caso, el valor del escudo tributario se asigna al proyecto que lo origina, no al que lo usa.
- Las empresas deciden su nivel de endeudamiento. Dado que la deuda aumenta el valor de la empresa, ¿conviene endeudarse al máximo, es decir en 80%, 90% o 100%?
- La respuesta es que a partir de cierto nivel de endeudamiento, se comienza a incrementar mucho el riesgo, y se generan costos de insolvencia financiera que disminuyen el valor de la empresa, tales como mayores costos financieros, pérdidas de oportunidades de negocios, restricciones por parte de los acreedores, y otros.

El Impuesto a las Utilidades y el Valor de la Empresa (o Proyecto)

- El valor de la empresa se puede graficar entonces como:



El Impuesto a las Utilidades y el Valor de la Empresa (o Proyecto)

- En presencia de impuestos, el VAN del proyecto crece con la deuda. El VAN del proyecto con deuda es mayor que el VAN del proyecto puro, debido a los ahorros de impuestos.
- Una manera de incorporar esto es ajustando la tasa de descuento.
- En este caso, el Costo Promedio Ponderado de Capital queda:

$$\boxed{r_A = \frac{D}{D+P}(1-t)\,r_D + \frac{P}{D+P}\,r_P}$$

- en donde t es la tasa de impuestos de la empresa.

Métodos Alternativos de Cálculo del VAN (simple) de un Proyecto

- Por lo tanto, cuando un proyecto se financia parcialmente con deuda, el VAN del proyecto mejora. Existen tres métodos alternativos para incorporar este efecto en la evaluación de un proyecto, dependiendo de cómo se construyan los flujos de caja y qué tasa de descuento se utilice:
  - Método del Residuo Patrimonial
  - Método del Costo Promedio Ponderado de Capital
  - Método del Valor Presente Ajustado o Evaluación por Componentes.

Método del Residuo Patrimonial (o Free Cash Flows)

- Se ajustan los flujos de caja para considerar solamente aquellos que van a los accionistas (considerar créditos, pagos de intereses y amortizaciones).
- Se descuentan los flujos de caja a la tasa de retorno exigida a las acciones o capital propio.

$$r_P = r + (r - r_D)(1-t)\frac{D}{P}$$

Donde r_P es la tasa del patrimonio, r es el retorno del patrimonio sin deuda, t es la tasa de impuesto a las utilidades, D es la deuda y P el patrimonio.

Método del Costo Promedio Ponderado de Capital

- En el método del Costo Promedio Ponderado de Capital, el efecto del financiamiento se incorpora en la tasa de descuento.
- Por ello, se construyen los flujos de caja del proyecto puro, es decir, como si se financiara sólo con capital propio (patrimonio). Esto significa que no se consideran el crédito, los pagos de intereses, ni las amortizaciones de deuda (si se considerarán, se estaría duplicando el efecto de la deuda sobre el valor del proyecto).
- El flujo de caja neto del proyecto se descuenta al costo promedio ponderado del capital, que está dado por la siguiente expresión:

Método del Costo Promedio Ponderado de Capital

$$r_A = \frac{D}{D+P}(1-t)\,r_D + \frac{P}{D+P}\,r_P$$

- Este costo de capital r_A se calcula como el promedio ponderado del costo del patrimonio (r_P) y del costo de la deuda después de impuestos ($[1-t]\ r_D$).
- El costo del patrimonio r_P es la rentabilidad exigida por los accionistas, que depende del riesgo del negocio y del leverage financiero (razón deuda/patrimonio).
- La lógica es que si el proyecto es suficientemente rentable para pagar el costo (después de impuestos) de la deuda, y también para generar un retorno para el patrimonio igual o superior a su costo de oportunidad, entonces el proyecto debe ser aceptado.

Método del VAN Ajustado o Evaluación por Componentes

- Se evalúa el proyecto como si fuese totalmente financiado con capital propio (sin considerar los flujos de caja de créditos, intereses ni amortizaciones).
- Se cuantifica la capacidad de endeudamiento que genera el proyecto (independiente de si esa capacidad se usa en el proyecto o en otra actividad de la firma).
- Se calcula el valor del escudo tributario, es decir, el valor presente de los ahorros de impuestos que genera el pago de intereses de la deuda.
- El valor del proyecto se calcula entonces como:

$$VAN_{P.\ FINANCIADO} = VAN_{P.\ PURO} + VAN_{E.TRIBUTARIO}$$

$$\boxed{VA_{ET} = \sum_t \frac{r_D D t}{(1+r_D)^t}}$$

Método del VAN Ajustado o Evaluación por Componentes

- El Método de Evaluación por Componentes permite además afinar la estimación del valor de un proyecto, utilizando una estructura de tasas de descuento más precisa
- El flujo del proyecto se descompone en sus partes componentes (inversiones, costos, ingresos, impuestos).
- Cada componente se descuenta con una tasa representativa de su riesgo específico. En la medida que hay antecedentes suficientes para discriminar, se hace un esfuerzo por estimar los riesgos sistemáticos de cada componente de un proyecto.
- Finalmente, se suman los valores presentes de los componentes.

Ejemplo: Método del Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC)

- Recordemos que este método se construye en base a los flujos de caja del proyecto puro, ya que el efecto del financiamiento está incluido en la tasa de descuento.
- Supongamos una empresa que tiene un proyecto a un período, con r_D = 10%, r_P = 20,2%, D/V = 35,5% y tasa de impuestos de 15%. Su WACC está dado por:

$$r_A = \frac{D}{D+P}(1-t)\, r_D + \frac{P}{D+P}\, r_P$$

$$r_A = 0{,}355 * (1-0{,}15) * 10\% + 0{,}645 * 20{,}2\% = 16\%$$

Ejemplo: Método del Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC)

- Los Flujos de caja del proyecto puro son:

		PERÍODO	
		0	1
	VENTAS		20.000
-	COSTOS OPERACIÓN		837
-	GASTOS ADMINISTRACION		2.200
=	INGRESO BRUTO	0	16.963
-	DEPRECIACION		9.500
=	UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	0	7.463
-	IMPUESTOS (15%)	0	1.119
=	UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	0	6.344
+	DEPRECIACION		9.500
-	INVERSION	10.000	-500
=	FLUJO DE CAJA	-10.000	16.344
	VAN al WACC (r_A =16%)		4.089

Ejemplo: Método del Residuo Patrimonial

- En este método, se ajustan los flujos de caja para considerar solamente aquellos que van a los accionistas. Para ello, se agregan a los flujos de caja del proyecto puro, los flujos asociados al endeudamiento: el crédito, los pagos de intereses (los que se cargan a gasto) y las amortizaciones de deuda.
- Como se calculan sólo los flujos que van a los dueños del patrimonio, corresponde por lo tanto utilizar como tasa de descuento el costo del patrimonio.
- Este costo del patrimonio es la tasa de retorno ofrecida por un activo del mismo nivel de riesgo y que esté sometido al mismo leverage financiero.
- En el ejemplo anterior, $r_P = 20{,}2\%$.

Ejemplo: Método del Residuo Patrimonial

- Construyendo los flujos de caja para el patrimonio:

		PERIODO	
		0	1
	VENTAS		20.000
-	COSTOS OPERACIÓN		837
-	GASTOS ADMINISTRACION		2.200
=	INGRESO BRUTO	0	16.963
-	DEPRECIACION		9.500
-	INTERESES		500
=	UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	0	6.963
-	IMPUESTOS (15%)	0	1.044
=	UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	0	5.919
+	DEPRECIACION		9.500
-	INVERSION	10.000	-500
=	FLUJO DE CAJA	-10.000	15.919
+	CREDITO	5.000	
-	AMORTIZACION		5.000
	FLUJO NETO PARA ACCIONISTA	-5.000	10.919
	VAN al COSTO PATRIMONIO (r_P =20,2%)		4.085

Ejemplo: Valor Presente Ajustado

- **Supongamos un proyecto que requiere una inversión de $1.000, que genera un beneficio anual de $200 durante 10 años. El costo de capital del proyecto puro es 10% y la tasa de impuesto de 15%. El costo de la deuda es 8%.**
- **Primero se evalúa el proyecto puro:**

$$VAN_{P.PURO} = -1.000 + \sum_{j=1}^{10} \frac{200}{(1+10\%)^j} = 229$$

- **Supongamos que este proyecto le genera a la empresa una capacidad de endeudamiento de $500. Esto genera un escudo tributario que es atribuible al proyecto.**

Ejemplo: Valor Presente Ajustado

- **Supongamos que el crédito se paga a 10 años en cuotas iguales anuales, con un interés del 8%. El valor de la cuota es de $74,5 y el esquema de amortización es:**

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Deuda Inicial	500,0	465,5	428,2	388,0	344,5	297,5	246,8	192,0	132,9	69,0
Interés	40,0	37,2	34,3	31,0	27,6	23,8	19,7	15,4	10,6	5,5
Amortización	34,5	37,3	40,3	43,5	47,0	50,7	54,8	59,2	63,9	69,0
Deuda Final	465,5	428,2	388,0	344,5	297,5	246,8	192,0	132,9	69,0	0,0

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gastos financieros		-40,0	-37,2	-34,3	-31,0	-27,6	-23,8	-19,7	-15,4	-10,6	-5,5
Resultados antes de imp.		-40,0	-37,2	-34,3	-31,0	-27,6	-23,8	-19,7	-15,4	-10,6	-5,5
Ahorro de impuestos		6,0	5,6	5,1	4,7	4,1	3,6	3,0	2,3	1,6	0,8
Resultados después de imp.		-34,0	-31,7	-29,1	-26,4	-23,4	-20,2	-16,8	-13,1	-9,0	-4,7
Amortización de Capital		-34,5	-37,3	-40,3	-43,5	-47,0	-50,7	-54,8	-59,2	-63,9	-69,0
Crédito	500,0										
Flujo neto	500,0	-68,5	-68,9	-69,4	-69,9	-70,4	-70,9	-71,6	-72,2	-72,9	-73,7
VAN de la deuda al 8%	27,1										

Ejemplo: Valor Presente Ajustado

- Un método alternativo para calcular el escudo tributario:

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro de impuestos		6,0	5,6	5,1	4,7	4,1	3,6	3,0	2,3	1,6	0,8
VAN del ahorro tribut. al 8%	27,1										

- El resultado es idéntico.
- Nótese que se usa el costo de la deuda como tasa de descuento para calcular el valor presente del escudo tributario. Esto supone que este flujo tiene el mismo nivel de riesgo que la deuda.
- Luego, el valor del proyecto financiado es:

$$VAN_{P.\ FINANCIADO} = VAN_{P.\ PURO} + VAN_{E.TRIBUTARIO} = 229 + 27,1 = 256,1$$

- Hay que tener cuidado si la empresa tiene pérdidas, porque no se aprovecha el ahorro tributario.

Ejercicio

- Un importante grupo de inversionistas, asociado a una línea aérea nacional, está considerando instalar un centro de mantención de aeronaves de pasajeros, y le ha encargado a usted la evaluación del proyecto, considerando un horizonte de 5 años. El estudio técnico del proyecto indica que se requiere disponer de un galpón techado (hangar) de 1.200m2, además de un acceso pavimentado con cimientos especiales de 8.000 m2. El costo de construcción del galpón es de US$36 por m2, y el costo de construcción del acceso pavimentado es de US$27 por m2. Adicionalmente se requiere adquirir equipos computacionales de punta para el chequeo del instrumental de aeronavegación de cada nave, cuyo costo se estima en US$525.000, y además equipos especiales para la revisión del fuselaje, con un costo de US$300.000. El capital de trabajo necesario asciende a US$1.175.000. Finalmente, se deberá conseguir un terreno al interior del aeropuerto internacional, con una superficie de 10.000 m2, a un costo de US$48 por m2.

Ejercicio

- **Los parámetros del activo fijo se señalan a continuación:**

	Vida útil contable (años)	Valor de Salvamento (o Residual)
Hangar	10	60%
Obras físicas	10	40%
Equipos de Chequeo de instrumental	5	20%
Equipos de Chequeo de fuselaje	5	30%
Terreno	-	100%

- **Los costos de operación son de US$8.300 por nave. Además, existen costos de mantención de las instalaciones y equipos de US$180.000 anuales, de administración de US$25.000 anuales y seguros por US$5.000 anuales. La demanda de servicios se estima en 900 mantenciones cada año, con un precio de US$12.500 por mantención. La tasa de impuesto a las utilidades es de 15% y la tasa de descuento para un proyecto puro es de 12%.**

Ejercicio

- **Calculamos primero los efectos asociados a las inversiones:**

	Inversión	Depreciación Anual	Valor Libro	Valor Residual
Hangar	43.200	4.320	21.600	25.920
Obras físicas	216.000	21.600	108.000	86.400
Equipos instrumental	525.000	105.000	0	105.000
Equipos fuselaje	300.000	60.000	0	90.000
Terreno	480.000	0	480.000	480.000
Capital de Trabajo	1.175.000	0	1.175.000	1.175.000
Total	2.739.200	190.920	1.784.600	1.962.320

- **Ganancia de capital = 1.962.320 - 1.784.600 = 177.720**

Ejercicio

- **Flujos de Caja:**

	0	1	2	3	4	5
Ventas		900	900	900	900	900
Ingresos		11.250.000	11.250.000	11.250.000	11.250.000	11.250.000
Costos operacionales		-7.470.000	-7.470.000	-7.470.000	-7.470.000	-7.470.000
Costos Mantención		-180.000	-180.000	-180.000	-180.000	-180.000
Costos Administración		-25.000	-25.000	-25.000	-25.000	-25.000
Seguros		-5.000	-5.000	-5.000	-5.000	-5.000
Depreciaciones:						
Hangar		-4.320	-4.320	-4.320	-4.320	-4.320
Obras físicas		-21.600	-21.600	-21.600	-21.600	-21.600
Equipos instrumental		-105.000	-105.000	-105.000	-105.000	-105.000
Equipos fuselaje		-60.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000
Ganancia de capital						177.720
Utilidad antes de imp.		3.379.080	3.379.080	3.379.080	3.379.080	3.556.800
Impuesto (15%)		506.862	506.862	506.862	506.862	533.520
Utilidad despues de imp.		2.872.218	2.872.218	2.872.218	2.872.218	3.023.280
Depreciaciones:						
Hangar		4.320	4.320	4.320	4.320	4.320
Obras físicas		21.600	21.600	21.600	21.600	21.600
Equipos instrumental		105.000	105.000	105.000	105.000	105.000
Equipos fuselaje		60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Ganancia de capital						-177.720
Inversiones	-2.739.200					
Recup. valores residuales						1.962.320
Flujo de caja neto	-2.739.200	3.063.138	3.063.138	3.063.138	3.063.138	4.998.800
VAN (12%)	9.401.074					

Ejercicio

- **Suponga ahora que los inversionistas necesitan financiar el 40% de las inversiones totales con deuda, a una tasa de interés del 8% anual. El crédito se paga en 5 cuotas anuales iguales, que consideran pago de interés y amortización. Calculamos entonces el valor presente del escudo tributario:**

- **Monto de la deuda = 40% de la Inversión = 1.095.680**
- **Tasa de interés = 8%**
- **Monto de la cuota anual = 274.420**

Desarrollo de la deuda:

Año	0	1	2	3	4	5
Deuda inicial		1.095.680	908.914	707.207	489.364	254.093
Interés		-87.654	-72.713	-56.577	-39.149	-20.327
Amortización		-186.766	-201.707	-217.844	-235.271	-254.093
Deuda final	1.095.680	908.914	707.207	489.364	254.093	0

Ejercicio

- Suponga ahora que los inversionistas necesitan financiar el 40% de las inversiones totales con deuda, a una tasa de interés del 8% anual. El crédito se paga en 5 cuotas anuales iguales, que consideran pago de interés y amortización. Calculamos entonces el valor presente del escudo tributario:

Alternativa 1

Año	0	1	2	3	4	5
Gastos Financieros		-87.654	-72.713	-56.577	-39.149	-20.327
Resultados antes de impuestos		-87.654	-72.713	-56.577	-39.149	-20.327
Ahorro de Impuestos		13.148	10.907	8.486	5.872	3.049
Resultados después de impuestos		-74.506	-61.806	-48.090	-33.277	-17.278
Crédito	1.095.680					
Amortización		-186.766	-201.707	-217.844	-235.271	-254.093
Flujo Neto	1.095.680	-261.272	-263.513	-265.934	-268.548	-271.371
VAN (al 8%)	**34.654**					

Alternativa 2

Año	0	1	2	3	4	5
Ahorro de impuestos por intereses		**13.148**	**10.907**	**8.486**	**5.872**	**3.049**
VAN (al 8%)	**34.654**					

Ejercicio

- Luego, el valor del proyecto financiado es:

$$VAN_{P.\ FINANCIADO} = VAN_{P.\ PURO} + VAN_{E.TRIBUTARIO} = 9.401.074 + 34.654$$

$$VAN_{P.\ FINANCIADO} = 9.435.727$$

Árboles de Decisión y Decisiones Secuenciales

- Si las decisiones de inversión subsiguientes dependen de las tomadas hoy, entonces las decisiones de hoy pueden depender de lo que planee realizar en el futuro.
- Los proyectos que implican decisiones secuenciales se pueden analizar mediante árboles de decisión.
- Permite valorar el valor de abandono de una inversión. Existe un valor por tener responsabilidad limitada.

Árboles de Decisión y Decisiones Secuenciales

Ventajas:

- Los árboles de decisión obligan a hacer explícita la estrategia empresarial subyacente.

Desventajas:

- Pueden volverse muy complejos.
- Existen muchas posibilidades para analizar.