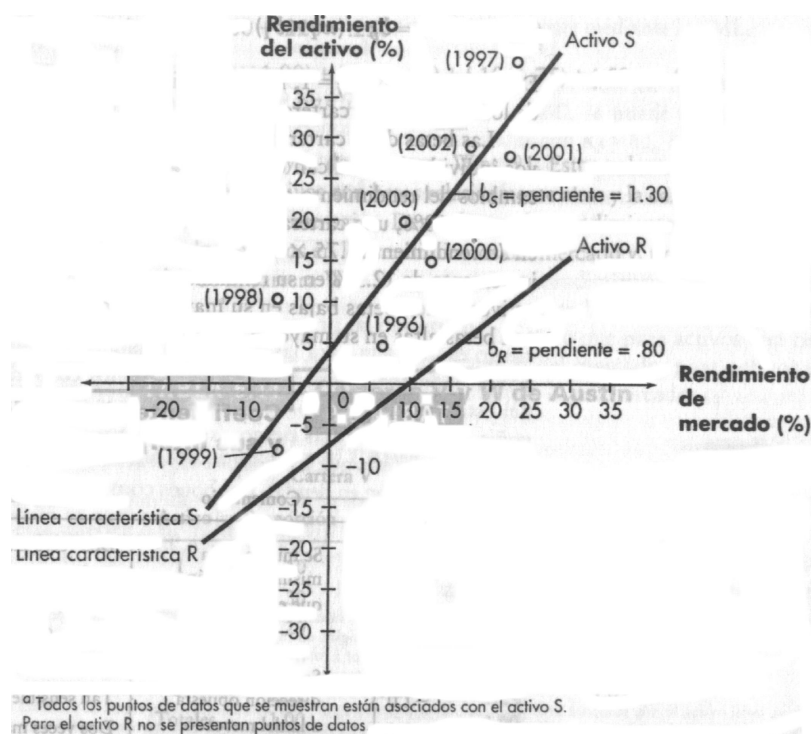


APUNTES N°2: RIESGO Y RENDIMIENTO



II SEMESTRE 2004

RENDIMIENTO.

El rendimiento de mantener una inversión durante algún período –digamos un año– es igual a cualquier pago de efectivo recibido debido a la propiedad, más el cambio en el precio de mercado, dividido entre el precio inicial. Por ejemplo, se puede comprar un valor de \$100 que le pagaría \$7 en efectivo y valdrá \$106 un año después. El rendimiento sería $(\$7 + \$6)/\$100 = 13\%$. Así el rendimiento proviene de 2 fuentes: ingreso, más cualquier apreciación en el precio (o pérdida en el precio).

Podemos definir el rendimiento de un período para acciones comunes como:

$$k = \frac{D_t + (P_t - P_{t-1})}{P_{t-1}}$$

P_{t-1}

Donde k es el rendimiento real esperado cuando t se refiere a un período particular en el pasado (futuro); D es el dividendo en efectivo final del período t ; P_t es el precio de la acción en el período t . Esta fórmula puede utilizarse para determinar tanto los rendimientos reales de un período (cuando se basa en cantidades históricas), como los rendimientos esperados de un período (cuando se basa en los dividendos esperados futuros y en los precios). Note también que el término entre paréntesis en el numerador de la ecuación representa la ganancia o pérdida de capital durante el período.

RIESGO.

Suponga que compra un bono de Tesorería a 1 año con un rendimiento de 8%. Si lo mantiene durante todo el año, se obtendrá un rendimiento sobre su inversión de 8%, garantizado por el gobierno (buena garantía).

Ahora, usted compra una acción común en cualquier empresa y la conserva durante un año. El dividendo de efectivo que usted proyectaba recibir puede o no materializarse como lo esperaba. Y lo que es más, el precio final del año de la acción puede ser mucho menos al esperado. Si definimos el riesgo como la variabilidad en los rendimientos que se esperan, el bono de Tesorería sería una *valor libre de riesgo*, mientras que la acción común sería un *valor riesgoso*. Entre más grande sea la variabilidad, se puede decir que el valor es más riesgoso.

Evaluación del riesgo: Distribución de probabilidad.

Para todos los valores, excepto los libre de riesgo, al rendimiento que se espera puede ser diferente al rendimiento que se recibe. En los valores riesgosos, la tasa de rendimiento puede considerarse como una variable aleatoria sujeta a la distribución de probabilidad. Suponga, por ejemplo, que un inversionista creyó que los rendimientos en 1 año posibles por invertir en una acción común particular son los que se muestran en el cuadro 1, que representa la distribución de probabilidad puede resumirse en términos de 2 parámetros:

- Valor esperado del rendimiento.
- Desviación estándar.

Desviación estándar (k)

Es el indicador estadístico más común del riesgo de un activo, mide la dispersión en torno a un valor esperado. El valor esperado de un rendimiento, k ,

Es el rendimiento más probable de un activo. Se calcula:

$$k = \sum k_i \times P_i$$

Cuadro 1: Ejemplo de uso de una distribución de probabilidad de los rendimientos a 1 año posibles para calcular el valor del rendimiento esperado y la desviación estándar del rendimiento.

Rendimiento posible k_i	Probabilidad de ocurrencia P_i	Valor Ponderado $(k_i)(P_i)$	$(k_i - k)^2(P_i)$
-0.10	0.05	-0.005	$(-0.1 - 0.9)^2(0.05)$
-0.02	0.10	-0.002	$(-0.02 - 0.09)^2(0.1)$
0.04	0.20	0.008	$(0.04 - 0.09)^2(0.2)$
0.09	0.30	0.027	$(0.09 - 0.09)^2(0.3)$
0.14	0.20	0.028	$(0.14 - 0.09)^2(0.2)$
0.20	0.10	0.020	$(0.2 - 0.09)^2(0.1)$
0.28	0.05	0.014	$(0.28 - 0.09)^2(0.05)$

$$= 1.00 - 0.9 = k = 0.00703 =$$

$$(0.00703)^2 = 0.00000494 =$$

La columna 4 muestra el cálculo de la desviación estándar. En general cuanto más alta es la desviación estándar, mayor es el riesgo.

$$k = \sum (k_i - k)^2 \times P_i$$

Coefficiente de variación.

Medida estadística que evalúa la dispersión relativa que es útil al comparar los riesgos de los activos con diferentes rendimientos esperados. Cuanto más alto es el coeficiente de variación, mayor es el riesgo.

$$CV = \frac{K}{\text{valor esperado}}$$

K

La utilidad real del coeficiente de variación surge al comparar los riesgos de activos que tienen rendimientos esperados diferentes.

Cuadro 2: Una empresa desea seleccionar el activo menos riesgoso de 2 activos alternativos: X e Y. El rendimiento esperado, la desviación estándar y el coeficiente de variación de los rendimientos de cada uno de estos activos son:

Estadística	Activo X	Activo Y
Rendimiento esperado (a)	12%	20%
Desviación estándar (b)	9%	10%
Coeficiente de variación (b/a)	0.75%	0.50%

Juzgando solamente con base en sus desviaciones estándar (), la empresa preferiría el activo X, que tiene una menor que el activo Y (9% contra 10%). Sin embargo, la administración cometería un grave error al elegir el activo X, porque la dispersión –el riesgo– del activo, como se refleja en el coeficiente de variación (CV), es menor para Y (0.50) que para X(0.75). Desde luego, usar el CV para comparar el riesgo del activo es efectivo porque también considera el *tamaño relativo, o rendimiento esperado*, de los activos.

ACTITUDES HACIA EL RIESGO.

El inversionista promedio tiene aversión al riesgo, es decir, demanda un rendimiento esperado más alto entre más alto sea el riesgo, o dicho de otro modo, las inversiones riesgosas deben ofrecer rendimientos esperados más altos que los inversionistas menos riesgosas para que la gente las compre y las mantenga. Y, para obtener un riesgo menor, debe estar dispuesto a aceptar inversiones que tengan rendimientos esperados menores.

La cantidad de efectivo que alguien requiere con certidumbre en algún punto en el tiempo para hacer que la persona se muestre indiferente entre esa cantidad segura y una cantidad esperada que se recibirá con riesgo en el mismo punto en el tiempo, se denomina equivalente de certidumbre (CE), en donde:

- $CE < \text{valor esperado}$, la aversión al riesgo está presente.
- $CE = \text{valor esperado}$, la indiferencia al riesgo está presente.
- $CE > \text{valor esperado}$, la preferencia por el riesgo está presente.

Para los individuos con aversión al riesgo, la diferencia entre el equivalente de certidumbre y el valor esperado de una inversión constituye una ***prima al riesgo***; este es el rendimiento esperado adicional que debe ofrecer la inversión riesgosa.

RENDIMIENTO DE CARTERA O PORTAFOLIO.

Los inversionistas rara vez colocan toda su riqueza en un único activo o inversión. En vez de ello, construyen un portafolio o grupo de inversiones. Por tanto, necesitamos extender nuestro análisis de riesgo y rendimiento hacia el portafolio.

El rendimiento esperado de un portafolio es simplemente un promedio ponderado de los rendimientos esperados de los valores de los que consta este portafolio. Las ponderaciones son iguales a la proporción de

fondos totales invertidos en cada valor (las ponderaciones deben sumar 100%) el val. La fórmula general para el rendimiento esperado de un portafolio, R_p , es el siguiente:

$$R_p = \sum_{j=1}^m A_j R_j$$

Donde A_j es la proporción de fondos totales invertidos en el valor j ; R_j es el rendimiento esperado para el valor j ; y m es el número total de valores diferentes en el portafolio. El rendimiento esperado y la desviación estándar de la distribución de probabilidades de rendimientos posibles para 2 valores se muestran a continuación:

Cuadro 3: Ponderación del rendimiento de cartera.

	VALOR A	VALOR B
Rendimiento esperado R_j	14.0%	11.5%
Desviación estándar σ_j	10.7	1.5

Si se invierten cantidades de dinero iguales en los 2 valores, el rendimiento esperado del portafolio es $0.5 \times 14.0\% + 0.5 \times 11.5\% = 12.75\%$

RIESGO DE UNA CARTERA O PORTAFOLIO.

Correlación o Covarianza: Medida estadística del grado en que 2 variables (como rendimientos de los valores) se mueven juntas. Un valor positivo significa que en promedio, se mueven en la misma dirección. Por el contrario, si 2 series se mueven en dirección opuesta, tienen correlación negativa. El grado de correlación va de -1 para series de correlación negativa perfecta hasta $+1$, para series de correlación positiva perfecta.

Diversificación.

El concepto de correlación es esencial para desarrollar una cartera eficiente. Para reducir el riesgo global, es mejor combinar, o agregar a la cartera, los *activos que tienen una correlación negativa (o positiva baja)*. Algunos activos no están correlacionados, es decir, no hay interacción entre sus rendimientos (grado de correlación igual o cercano a cero), combinando estos activos se puede reducir el riesgo, no con tanta efectividad como cuando se combinan activos con correlación negativa, pero sí con mayor efectividad que combinando activos con correlación positiva.

Por ejemplo, suponga que usted fabrica herramientas mecánicas. El negocio es muy cíclico, con ventas altas cuando la economía se expande y ventas bajas cuando la economía se contrae. Si usted adquiere otra empresa de herramientas mecánicas con ventas correlacionadas positivamente con las de su empresa, las ventas combinadas de ambas empresas aún serían cíclicas y el riesgo sería el mismo. Sin embargo, como alternativa, podría adquirir una fábrica de máquinas de coser, cuyas ventas son contracíclicas, es decir, con ventas altas durante contracción económica (cuando es más probable que los consumidores hagan su propia ropa), y ventas bajas durante el período de expansión económica. La combinación con las ventas de la fábrica de herramientas, que tienen correlación negativa, reduciría el riesgo.

Cuadro 4: Rendimientos pronosticados, valores esperados y desviaciones estándar de los activos X, Y y Z, y de las carteras XY y XZ.

Año	ACTIVOS			CARTERAS		
		X	Y	Z	XY (50%X + 50%Y)	XZ (50%X + 50%Z)
2004	8%	16%	8%	12%	8%	

2005	10%	14%	10%	12%	10%
2006	12%	12%	12%	12%	12%
2007	14%	10%	14%	12%	14%
2008	16%	8%	16%	12%	16%
Valor esperado	12%	12%	12%	12%	12%
k	3.16%	3.16%	3.16%	0%	3.16%

La cartera XY, que se compone de 50% del activo X y 50% del activo Y, ilustra la correlación negativa perfecta porque estas 2 series de rendimientos se comportan de manera absolutamente opuesta durante el período de 5 años, por lo que el riesgo de esta cartera, como se refleja por su desviación estándar, se reduce a 0%, y el valor del rendimiento esperado se mantiene en 12%.. Esta es la combinación óptima de activos; correlacionados perfectos y negativos, en proporción 50% y 50%, con el mismo rendimiento.

La cartera XZ que se compone de 50% del activo X y 50% del activo Z, ilustra la correlación positiva perfecta porque estas 2 series de rendimientos se comportan de manera idéntica durante el período de 5 años. El riesgo de esta cartera, no se ve afectado por esta combinación ($k_{xz} = 3.16\%$), y el valor del rendimiento esperado se mantiene en 12%.

$$K_{xy} = \frac{12\% + 12\% + 12\% + 12\% + 12\%}{5} = \frac{60\%}{5} = 12\%$$

$$\bullet 5$$

$$k_{xy} = \frac{(12\% - 12\%)^2 + (12\% - 12\%)^2 + (12\% - 12\%)^2 + (12\% - 12\%)^2 + (12\% - 12\%)^2}{5 - 1}$$

$$5 - 1$$

$$k_{xy} = \frac{0\% + 0\% + 0\% + 0\% + 0\%}{4} = 0\%.$$

$$4$$

Se aplica la misma fórmula para hallar la desviación estándar de los activos X, Y y Z, y de la cartera XZ.

En general, cuanto más baja sea la correlación entre los rendimientos de los activos mayor será la posible diversificación del riesgo. Para cada par de activos hay una combinación que dará como resultado el riesgo más bajo posible (desviación estándar). Cuánto se pueda reducir el riesgo mediante esta combinación, dependerá del grado de correlación.

Tipos de riesgos.

Considere lo que sucede al riesgo de una cartera que consta de 1 valor (activo), a la que agregamos activos seleccionados al azar. Utilizando la desviación estándar de los rendimientos para medir el riesgo total de la cartera (eje Y), el gráfico 1 ilustra el comportamiento del riesgo total de la cartera, conforme se van agregando más valores (eje x) el riesgo total baja debido a los efectos de la diversificación. La investigación muestra que la mayoría de los beneficios de la reducción del riesgo de la diversificación se puede obtener formando carteras que contengan 15 o 20 valores seleccionados de manera aleatoria.

El riesgo diversificable (no sistemático) representa la parte del riesgo de 1 activo asociada a causas aleatorias que se pueden eliminar mediante la diversificable. Es atribuible a eventos propios de la empresa tales como huelgas, juicios, acciones normativas, pérdida de una cuenta importante, etc.

El riesgo no diversificable (sistemático) es atribuible a factores de mercado que afectan a todas las empresas, no se puede eliminar mediante la diversificación. Factores tales como; guerra, inflación, sucesos políticos, etc.

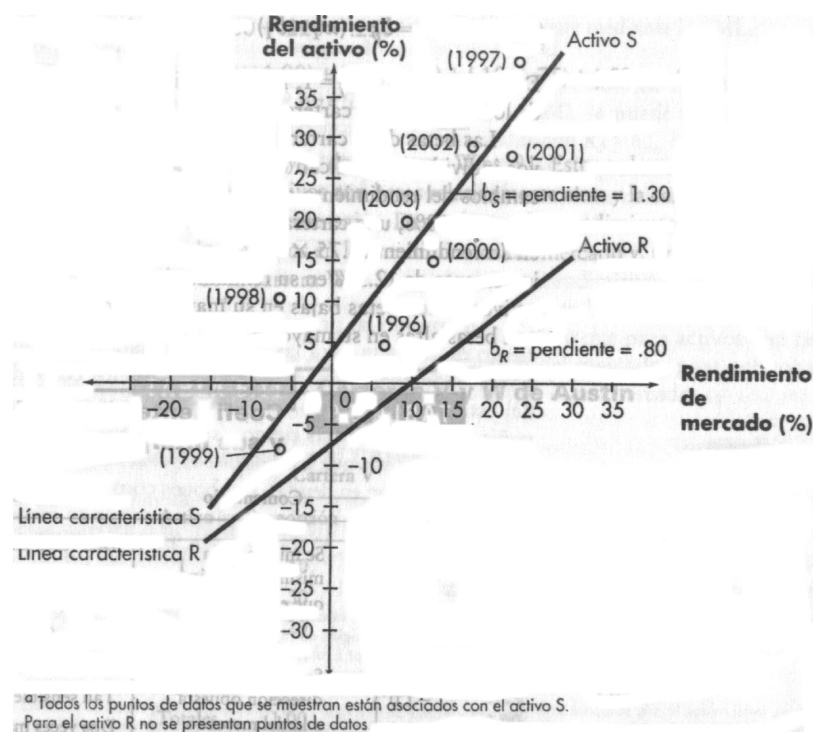
MODELO MVAC o CAPM.

El modelo de valuación de activos de capital, es la teoría básica que vincula riesgo no diversificable y el rendimiento con todos los activos. En un mercado en equilibrio, todos los inversores don "diversificadores eficientes" en el sentido de Markowitz, por lo que el riesgo a tener en cuenta a la hora de valorar un activo financiero ya no es el riesgo total del mismo, sino el riesgo "sistemático" o no "diversificable". A ningún activo se le ha de considerar aisladamente, sino en el contexto de ese mundo ideal, en el que el riesgo "propio" o "específico" habrá desaparecido a causa de la diversificación. Ningún inversor formara una cartera con un solo título si tiene la oportunidad de obtener la misma rentabilidad con un menor riesgo, por lo que repartirá su presupuesto de inversión entre varios títulos, haciendo desaparecer el riesgo "propio" o "diversificable". A ningún título se le debe de considerar ya como objeto de una decisión de inversión autónoma, sino en tanto dicho título es susceptible de ser combinado con otros títulos formando una cartera. Un mercado en equilibrio debe "pagar" únicamente, por tanto, el riesgo "sistemático" o "no diversificable", medido este por el coeficiente "Beta" esperado del correspondiente activo. En consecuencia, la rentabilidad esperada o "requerida" de un activo con riesgo, habrá de ser igual a la rentabilidad del activo libre de riesgo mas una prima que le compense al inversor del riesgo que va a soportar. Cuando ello es así, surge una nueva teoría de valoración de activos financieros llamada "Capital Asset Pricing Model" (CAPM).

Coeficiente Beta.

El coeficiente beta (β) es una medida relativa del riesgo no diversificable. Es un índice del grado de movimiento del rendimiento de un activo en respuesta al cambio en el rendimiento del mercado. Para encontrar el coeficiente beta de un activo, se utilizan los rendimientos históricos de este activo. El rendimiento de mercado es el rendimiento en la cartera de todos los valores negociados.

Gráfico 2: Derivación del beta para activos R y S



Coeficientes beta y sus interpretaciones.

- Si $\beta > 1$: la rentabilidad esperada de los fondos propios será mayor a la rentabilidad del mercado (R_m).
- Si $\beta < 1$: la rentabilidad esperada de los fondos propios será menor a la rentabilidad del mercado (R_m).
- Si $\beta = 0$: la rentabilidad esperada de los fondos propios será la rentabilidad de un activo sin riesgo (R_f).
- Si $\beta = 1$: La rentabilidad esperada de los fondos propios será la rentabilidad del mercado (R_m).

Betas de la Cartera.

La Beta de una cartera se puede estimar fácilmente utilizando las betas de los activos individuales que la conforman. Haciendo que w_j represente la proporción del valor monetario total de la cartera representada por el activo j , y haciendo que β_j sea igual a la beta del activo j , como lo dice la siguiente ecuación.

$$\beta_p = (w_1 * \beta_1) + (w_2 * \beta_2) + \dots + (w_n * \beta_n) = \sum w_n * \beta_n$$

Cuadro 5: Ejemplo cálculo de beta de cartera o portafolio.

Activo	Cartera V		Cartera W		Beta
		Proporción	Beta	Proporción	
1	0.1	1.65	0.1	0.8	
2	0.3	1.00	0.1	1.00	
3	0.2	1.30	0.2	0.65	
4	0.2	1.10	0.1	0.75	
5	0.2	1.25	0.5	1.05	
Totales	1.00	1.20	1.00	0.91	

La beta de la cartera V es 1.20 y la cartera W es 0.91. Estos valores tienen sentido porque la cartera V contiene activos con betas relativamente altas y la cartera W contiene activos con betas relativamente bajas. Desde luego, los rendimientos de la cartera V son más sensibles a los cambios en los rendimientos del mercado y, por consiguiente más riesgosos que los de la cartera W.

Ecuación o fórmula Capm.

Siendo:

R_f : Rentabilidad de un activo que no ofrece riesgo

R_m : Rentabilidad del mercado

$(R_m - R_f)$: Prima de riesgo del mercado

La tasa de interés de libre riesgo (R_f), que es el rendimiento de un activo libre de riesgo, es por lo general una letra o bono del estado con vencimiento a 3 meses, y la prima por riesgo ($R_m - R_f$) representa la prima que el inversionista debe recibir por tomar la cantidad de riesgo asociado con poseer la cartera de mercado de activos.

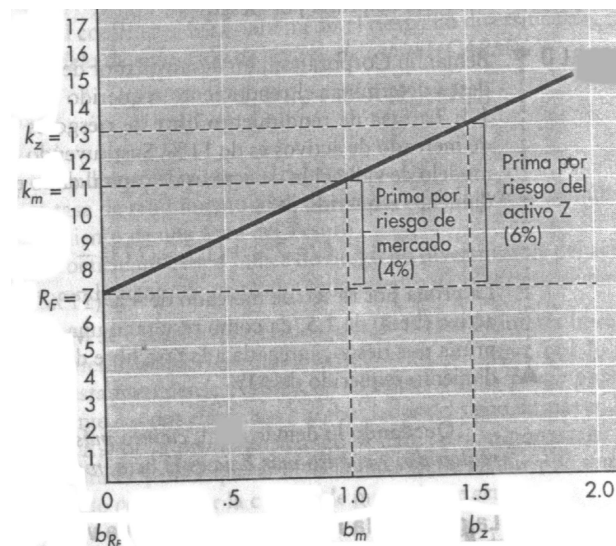
Ejemplo cálculo CAPM.

La corporación Omega desea determinar el rendimiento requerido de un activo Z, el cual tiene un beta de 1.5. La tasa de rendimiento libre de riesgo es de 7%; el rendimiento de la cartera de mercado de activos es de 11%. Sustituyendo obtenemos un rendimiento requerido de:

$$\text{Capm} = 7\% + (1.5 \times (11\% - 7\%)) = 7\% + 6\% = 13\%.$$

El activo posee un rendimiento requerido de un 13%. En general cuanto más alto es el beta, más alto es el rendimiento requerido, y cuanto más baja es la beta, más bajo es el rendimiento requerido.

Gráfico 3: Línea del mercado de Valores: con datos de la corporación Omega



Limitaciones del modelo Capm.

El CAPM se basa en el supuesto de que todos los inversores tienen la misma opinión acerca de la distribución de las rentabilidades, es decir, todos están de acuerdo en las características – media – varianza – de la distribución estadística que genera las rentabilidades esperadas.

Para poder contrastar esta teoría, hay que suponer que los inversores no se equivocan de forma sistemática en sus creencias a priori. Ello implica, tal como señala Stephen A. Ross, que la distribución ex – post de la que las rentabilidades son extraídos es al mismo tiempo la distribución ex – ante sobre la que los inversores basan sus estrategia.

Esta es una limitación importante del CAPM. Si los inversores no tienen las mismas creencias acerca del comportamiento futuro de las rentabilidades, o bien se equivocan en sus predicciones, o bien dice muy poco acerca de cual ha sido el comportamiento de los inversores.

En el CAPM se presupone que el mercado de capitales se encuentra en equilibrio.

Como consecuencia de las limitaciones conceptuales del CAPM, así como los resultados empíricos obtenidos, han llevado a los investigadores a desarrollar modelos alternativos acerca del equilibrio en el mercado de capitales, y la consiguiente valoración de activos financieros.

El A.P.T.

Stephen A. Ross en 1976, propone el denominado "Arbitrage Pricing Theory" (APT) con las siguientes hipótesis:

- 1.– Los mercados de capitales son de competencia perfecta.
- 2.– Los inversores en condiciones de certeza siempre prefieren mas riqueza que menos.

3.- la rentabilidad de los activos son generadas por un proceso estocástico que representa un modelo lineal en el intervienen k factores comunes, de media nula, que influyen en la rentabilidad de los activos, aunque de forma diferente en los distintos activos de acuerdo con el correspondiente "coeficiente de reacción".

El APT parte del supuesto de que en un mercado en equilibrio no deben de existir oportunidades de inversión sin explotar, es decir, ningún inversor que cambie la composición de su cartera podrá conseguir obtener mediante arbitraje una rentabilidad superior a la quien ya venia obteniendo , o mas concretamente, a inversión nula y riesgo nulo debe de corresponder una rentabilidad nula.

Aunque la prueba de la teoría del APT confirma la importancia del rendimiento del mercado, no ha podido identificar con claridad otros factores de riesgo. Como resultado de esta falla, así como por la carencia de aceptación y uso práctico del APT, seguiremos utilizando el Capm.

Rentabilidad exigida por el mercado según el endeudamiento elegido por la empresa (Ke).

Esta rentabilidad se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$K_e = K_u + ((PRA/PRP) * (1-t) * (K_u - Cte RA))$$

Siendo:

K_u : rentabilidad exigida por el mercado sin endeudamiento

PARA : proporción de recursos ajenos sobre recursos totales

PRP : proporción de recursos propios sobre recursos totales

T : tasa impositiva

Cte RA: costo de los recursos ajenos antes de impuestos

Esta rentabilidad será mayor o menor en función del nivel de endeudamiento que elija la empresa. Así, a mayor endeudamiento, más riesgo corre la empresa, y mayor rentabilidad le exige el inversor.

Ejemplo de cálculo de esta rentabilidad (Ke):

Referencias:

- Van Horne – Wachowicz, Fundamentos de Administración financiera, Capítulo 5, 8ª edición, 1994.
- Gitman, Principios de administración financiera, Capítulo 5, 3ª edición, 2003.

El rendimiento es la ganancia o pérdida total de una inversión durante un período dado.

Riesgo es la posibilidad de pérdida financiera o, más formalmente, la variabilidad de rendimientos asociados con un activo dado.

Distribución de probabilidad: Modelo que relaciona las probabilidades con los resultados esperados.

Cartera eficiente es aquella que maximiza el rendimiento para un nivel dado de riesgo o que minimiza el

riesgo para un nivel dado de rendimiento.

Riesgo sistemático o no diversificable: La variabilidad del rendimiento sobre acciones o portafolios que está asociada con cambios en el rendimiento sobre el mercado como un todo.

Riesgo no sistemático o diversificable: La variabilidad del rendimiento sobre acciones o portafolios que no se explica por movimientos del mercado en general. Puede evitarse a través de la diversificación.

RIESGO TOTAL DEL VALOR = RIESGO DIVERSIFICABLE + RIESGO NO DIVERSIFICABLE.

Riesgo de la cartera

Riesgo no diversificable

Activos de la cartera

RIESGO TOTAL

Riesgo diversificable

β : coeficiente de variabilidad del rendimiento de los recursos propios de la empresa respecto al rendimiento de los recursos propios del mercado. Cuánto mayor sea β , mayor será el riesgo que corre la empresa

El gráfico 2 muestra la relación del rendimiento de 2 activos y el rendimiento de mercado. El primer paso para derivar la beta es trazar las coordenadas para el rendimiento de mercado y del activo desde varios puntos del tiempo. Tales coordenadas se muestran sólo para el activo S para los años 1996 a 2003. La línea característica explica mejor los rendimientos del mercado y el activo, se ajusta a los puntos de los datos. La pendiente de ésta es el beta, para el activo R es de 0.8, y para el activo S es de 1.30. Por lo tanto, el activo S es más riesgoso que el activo R.

CAPM = $R_f + \{\beta \cdot (R_m - R_f)\}$

Rendimiento requerido

Riesgo no diversificable