***Teoría de Finanzas - Riesgo y Rentabilidad - CAPM***

***1. El riesgo de un paseo aleatorio por Wall Street***

1.1 Una revisión del concepto de rentabilidad.

1.2 El concepto de riesgo (risk en inglés).

1.3 La historia del mercado de capitales de New York: 1926-1992 4

1.3.1 La rentabilidad esperada de un proyecto con riesgo igual al del mercado 8

1.4 Caracterización de los mercados financieros 10

1.5 El riesgo y la diversificación de las carteras de inversión (“no colocar todos los huevos en la misma canasta”) 12

Anexo Resumen de conceptos básicos de probabilidades y estadísticas 19

Referencias 24

***2. CAPM: Capital Asset Pricing Model -***

***Modelo de Valoración de Activos de Capital***

2.1 Introducción 25

2.2 Los supuestos del modelo CAPM 26

2.3 Medida de riesgo del mercado: el coeficiente *** (beta)*** 27

2.4 El ***CAPM***: Capital Asset Pricing Model 30

2.5 Discusión del ***CAPM*** y la Teoría de Valoración por Arbitraje (***APT***) 32

Referencias 35

***3. El Costo del Capital --> Parte 2***

3.1 Introducción 37

3.2 El costo de capital medio ponderado

3.3 Medida de estructura de capital

3.4 El cálculo de las tasas de rentabilidad

3.5 El CAPM y el EVA - comentarios

Referencias

***4. La Política de Endeudamiento de la Empresa:***

***Proposiciones de Miller y Modigliani***

4.1 Revisión de las decisiones financieras de la empresa

4.2 Las versiones de los mercados eficientes

4.3 El endeudamiento y valor de la empresa en un sistema sin impuestos

4.4 El endeudamiento y los impuestos: el ahorro fiscal

Referencias

***5. La Política de Dividendos de la Empresa***

***Proposiciones de Miller y Modigliani***

5.1 Introducción

5.2 El pago de dividendos en las empresas: normas y modalidades

5.3 Factores que determinan la política de dividendos en la empresa

5.4 Miller y Modigliani: la irrelevancia de la política de dividendos

5.5 Una ilustración de la irrelevancia de los dividendos

5.6 ¿Pueden los dividendos aumentar o reducir el valor de una empresa?

Referencias

**1. El riesgo y un paseo aleatorio por Wall Street**

***1.1 Una revisión del concepto de rentabilidad***

La tasa de rentabilidad o rentabilidad de un proyecto es el cociente entre el dinero ganado (o perdido) y el dinero invertido en un periodo de tiempo. El foco principal de las operaciones financieras se ubica en obtener la mejor rentabilidad posible. Si bien cada uno quiere más rentabilidad, al buscarla no puede evitar correr ciertos riesgos. Entonces vamos a revisar como se calcula la rentabilidad de operaciones financieras sencillas y luego veremos cómo introducimos el riesgo en nuestros cálculos.

Con respecto al cálculo de rentabilidades es importante considerar que nuestro supuesto general en este curso es que el periodo de tiempo, cuando no se dice otra cosa, será de un año. Por otra parte hay que tener cierto cuidado al hablar de dinero ganado y dinero invertido. Se deberá distinguir entre las rentabilidades ex ante y ex post; además hablaremos de la rentabilidad efectiva, la rentabilidad nominal, la rentabilidad real, la rentabilidad esperada y la rentabilidad exigida por los inversionistas.

En los casos que hemos visto de las inversiones en acciones y bonos se tiene que generan rentabilidad principalmente de dos modos a partir de sus flujos de caja: (1) por dividendos o cupones; y (2) por ganancias o pérdidas de capital. La siguiente figura es un esquema de los flujos de caja de los bonos y acciones:

***Flujo de Caja de Bonos y Acciones***

**Pesos**

**PAn**

**PB0**

**DIVn**

**DIV1**

**PA0**

**Principal**

**DIV3**

**CUPn**

**CUP3**

**CUP2**

**CUP1**

...

**DIV2**

**3**

**2**

**1**

**n**

**0**

**tiempo**

Donde:

*PA0* precio de compra de una acción hoy

*PAn* precio de venta de una acción en el período *n*

*PB0* precio de compra de un bono hoy

*DIVi* dividendo de una acción en el período *i*

*CUPi* cupón de un bono en el período i

Principal valor nominal de un bono que se paga al vencimiento

*Ejemplo:*

Si a fines de enero de 1998 Vd. hubiera comprado acciones de CMPC cuando su precio era de $ 3.000 por acción y las hubiera vendido a fines de abril a  
$ 3.700 por acción, hubiera tenido una ganancia de capital de $ 3.700 - $ 3.000 =  
$ 700 por acción. Además, en ese período CMPC repartió un dividendo de $ 20 por acción.

La ***rentabilidad efectiva*** (***ex post***) de su inversión, esto es, la rentabilidad calculada a posteriori, en este caso sería:

Luego, la rentabilidad efectiva (ex post) de las acciones CMPC fue

***rentabilidad efectiva = ( 700 + 20 ) / 3.000 = 0,24 ó 24%***

Observación: se trata de la rentabilidad del negocio en los tres meses.

Si introducimos la inflación es necesario distinguir entre la tasa de rentabilidad efectiva *nominal* y la tasa de rentabilidad efectiva *real.* La *rentabilidad efectiva nominal* mide en cuánto se ha incrementado la inversión entre el inicio y el final del período en cuestión en términos nominales. La rentabilidad efectiva calculada para la inversión en CMPC en el período fines de enero a fines de marzo 1998 fue la *rentabilidad efectiva nominal*. Pero, entre ambas fechas el IPC varió de 298,74 a 299,53, es decir, que hubo una inflación de 0,8%. Esto significa que para comprar la misma canasta de bienes y servicios Vd. debió poner 0,8% más de dinero. Para medir entonces la rentabilidad efectiva en dinero del mismo poder adquisitivo se utiliza la tasa de *rentabilidad efectiva real*, para lo que usamos:

***(Fórmula de Fisher)***

Luego, la *rentabilidad efectiva real* de las acciones CMPC entre fines de enero y fines de abril de 1998 fue de

Esto es, la tasa de *rentabilidad efectiva real* del trimestre fue de 0,23 ó 23%.

La rentabilidad efectiva real anual correspondiente es:

Entonces, la rentabilidad efectiva real del negocio es 0,29 o 29%.

A modo de comentario final de esta sección, ¿no le llamó la atención que para calcular todas estas rentabilidades (pérdidas y ganancias) no hayamos recurrido a la idea de incertidumbre, no hayamos empleado ni una sola vez la palabra riesgo? No creerá usted que si invierte en la bolsa de comercio, comprando distintos instrumentos financieros, no correrá riesgos de ningún tipo. ¡Esperemos que no sea el caso! Ahora incluiremos el riesgo en nuestros cálculos financieros.

**Palabras claves:** *tasa de rentabilidad (rentabilidad); rentabilidad ex ante; rentabilidad ex post; rentabilidad efectiva; rentabilidad nominal; rentabilidad real; rentabilidad esperada; rentabilidad exigida por los inversionistas; acciones; dividendos; bonos; cupones; Fórmula de Fisher.*

***1.2 El concepto de riesgo (risk en inglés).***

La palabra riesgo proviene del italiano *risico* o *rischio,* y este del árabe clásico *rizq*, ***lo que depara la providencia***. O dicho en términos laicos, ***lo que depara el destino***.

Según la Real Academia Española (RAE) la palabra ***riesgo*** tiene dos acepciones: 1) Contingencia o proximidad de un daño; 2) Cada una de las contingencias que pueden ser objeto de un contrato de seguro. En el lenguaje corriente de las personas, la palabra riesgo tiene un cierto tinte negativo, de que va a ocurrir algo no deseable; en efecto, la definición de riesgo de Real Academia da cuenta de esto.

En finanzas el concepto de riesgo es más amplio. A modo de ejemplo, si usted compra acciones de una empresa, por una parte es cierto que existe el peligro que el precio de aquellas acciones baje y usted se vea en la necesidad de venderlas y por tanto, hará una pérdida. Pero, por otra parte, también es posible que el precio de esas acciones suba, y por tanto, logre obtener una ganancia. Entonces, en finanzas el concepto de riesgo es más amplio, pues incluye tanto el aspecto negativo como el positivo.

Un concepto de riesgo más apropiado en el contexto financiero lo entrega el lenguaje chino, cuyo símbolo para el riesgo lo presentamos a continuación:



El símbolo de la izquierda representa el “peligro”, en cambio el símbolo de la derecha representa la “oportunidad”, haciendo de este modo del riesgo una combinación de peligro y oportunidad.

En resumen, podemos definir en el contexto financiero al concepto de **riesgo** como **la combinación de peligros (pérdidas) y oportunidades (ganancias) que depara el destino**.

***1.3 Historia Mercado de Capitales de Nueva York: 1926-1992***

No todas las acciones generan 24% de rentabilidad efectiva en dos meses ni siempre la misma acción mantiene su rentabilidad efectiva constante: observando la historia de las rentabilidades efectivas de los títulos se pueden sacar ciertas conclusiones sobre lo que razonablemente se puede esperar de los títulos y los riesgos que enfrentan. He aquí una primera mirada a la cuestión riesgo-rentabilidad.

En la Bolsa de Valores de New York (**New York Stock Exchange - NYSE**) se negocian diariamente alrededor de 1.700 acciones ordinarias de las 7.000 empresas inscritas en esa Bolsa. Para tener una idea del movimiento en general de un mercado de acciones se utilizan los índices de mercado:

Un **índice de mercado** es un indicador del resultado efectivo de una inversión en una parte significativa de un mercado de capitales

Entre los indicadores más conocidos de la Bolsa de Santiago de Chile se encuentra el IGPA (Índice General de Precios de las Acciones) que mide las variaciones de precios de todas las acciones transadas en la Bolsa y el IPSA (Índice de Precios Selectivo de Acciones) que mide las variaciones de precios de las acciones de las 40 empresas con mayor presencia bursátil. Esta selección se efectúa trimestralmente en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre de cada año.

Entre los indicadores más conocidos de la NYSE se encuentran el Dow Jones Index y el S&P500.

El **Dow Jones Industrial Average**, conocido como el *Dow Jones*, es un índice que mide el comportamiento de la inversión en una cartera con una acción de las 30 empresas industriales más importantes de EE. UU (*blue chips*).

El **Standard and Poor’s 500**, conocido como el *S&P500*, mide el comportamiento de una inversión compuesta por una cartera de 1 acción de las 500 empresas más importantes de EE-UU.

Otros índices bursátiles interesantes a nivel global son el *Financial Times* de Londres, el *Nikkei* de Tokio, el *DAX* de Frankfurt, el Merval de Buenos Aires y el BOVESPA de Sao Paulo.

Las rentabilidades efectivas históricas de los índices de diferentes inversiones en acciones o bonos o pagarés proporcionan una idea de las rentabilidades esperadas más plausibles de distintos tipos de inversiones.

El siguiente cuadro muestra las rentabilidades efectivas históricas de distintos tipos de carteras en EE. UU.



Fuente: Brealey, Myers & Marcus (1996), p. 253

La empresa de consultores financieros Ibbotson & Associates publica periódicamente los resultados de varias carteras de inversiones desde 1926. Se incluyen:

1. *Cartera de préstamos* a tres meses emitidos por el gobierno de EE. UU. Estos préstamos se conocen como *Treasury Bills* (Letras del Tesoro). El equivalente en Chile son los **Pagarés a 90 días** del Banco Central.

2. *Cartera de Bonos del Tesoro* a largo plazo emitidos por el gobierno de EE. UU. y con vencimiento a 20 años. El equivalente en Chile son los **Bonos del Banco Central** a Largo Plazo.

3. *Cartera de bonos* de largo plazo emitidos por las mayores empresas de EE. UU. El equivalente en Chile son **los bonos de empresas**.

4. *Cartera de acciones* de las 500 empresas más grandes que forman el S&P500. El equivalente en Chile son **las acciones de empresas** que se transan en la Bolsa de Santiago.

Estas carteras tienen diferentes grados de riesgo.

Los ***Treasury Bills*** son muy seguros, pues los emite el gobierno estadounidense y uno puede estar sumamente seguro que los pagará. Normalmente, la inflación en tres meses no será muy alta. Su rentabilidad efectiva se conoce como la **rentabilidad libre de riesgo.**

Los ***Bonos del Tesoro de EE.UU.*** tienen un plazo más largo, pero también es muy seguro que el gobierno le pagará su dinero. Pero están sujetos a la inflación que haya antes de su vencimiento. Si varía la inflación, variará su *rentabilidad efectiva real.*

La inversión en **bonos de empresas** está sujeta a la inflación, pero también a la situación económica general de la empresa en cuestión.

Las **acciones** (ordinarias) son las inversiones con mayor riesgo de entre los cuatro grupos, pues al comprar una acción Vd no recibe ningún compromiso de pago pre-establecido por parte de la empresa. Se dice que los dueños tienen calidad residual respecto a las utilidades de la empresa, esto es, reciben las utilidades del ejercicio que resultan después de restar los compromisos asumidos por la empresa.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Rentabilidades medias anuales de carteras de EE.UU.**  **En porcentajes (%)**  **Serie 1 - 1926-1992 y Serie 2 - 1928-2013** | | | | |
| *Cartera* | ***Serie 1*** | | ***Serie 2*** | |
| ***Rentabilidad efectiva***  ***media anual (nominal)*** | ***Prima por Riesgo*** | ***Rentabilidad efectiva***  ***media anual (nominal)*** | ***Prima por Riesgo*** |
| *(90 Letras Tesoro días)* | 3,8 | - | 3,7 | - |
| *Bonos Tesoro (20 años)* | 5,2 | 1,4 | 5,4 | 1,7 |
| *Bonos Empresas* | 5,8 | 2,0 | - | - |
| *Acciones Empresas* | 12,4 | 8,6 | 11,2 | 7,5 |
| 1. Ibbotson & Associates *Stocks, Bonds, and Inflation - 1993 Year-Book.* 2. Aswath Damodaran, *Annual Returns on Stocks, T. Bonds & T. Bills: 1928 – Current*. | | | | |

La inversión considerada más segura, las Letras del Tesoro, tuvieron en los 67 años que separan 1926 de 1992 la rentabilidad efectiva media anual (nominal) más baja, a saber, el 3,8%. Luego le siguen los bonos del gobierno con una rentabilidad efectiva del 5,2%. Estos bonos, que tienen un vencimiento a 20 años, tienen sobre las letras, que vencen a 90 días, una rentabilidad extra de 1,4%, conocida como *prima por plazo*.

La **prima por plazo** es la rentabilidad extra media derivada de invertir en títulos del gobierno a largo plazo en vez de a corto plazo.

Los bonos de las empresas tienen una rentabilidad efectiva mayor que los bonos del gobierno y los títulos que tienen mayor rentabilidad efectiva promedio anual en los 67 años son las acciones de las empresas. Así se compensa el riesgo que asumen los inversionistas al invertir en las empresas.

La **prima por riesgo** es la rentabilidad efectiva en exceso sobre la rentabilidad libre de riesgo en compensación por éste.

Las crisis financieras golpean primero y más fuerte a las acciones. En julio de 1932 el Dow Jones cayó en 89% y el lunes 19 de octubre de 1987 (*Black Monday*) en un sólo día cayeron en 23%.

***1.3.1 La rentabilidad esperada de un proyecto con riesgo similar al del mercado.***

Hasta ahora hemos visto como se miden en términos financieros los resultados de las actividades de las empresas; esto es, como calcular las rentabilidades efectivas. Pero en el mundo real el asunto consiste en calcular por adelantado los posibles resultados que tendrá un proyecto, es decir, cuando uno proyecta una actividad hacia el futuro, se debe calcular sus posibles resultados y las probabilidades de cada uno de los resultados posibles, de modo de formarse una idea del resultado que uno espera de la aventura. Financieramente, esto se resume en el cálculo de las ***rentabilidades esperadas o exigidas*** a los proyectos.

Suponga que existe un proyecto de inversión del que se sabe que tiene un riesgo similar al de una inversión en la cartera de mercado (S&P500). Diremos que tiene un grado de riesgo de la *cartera de mercado* de las acciones.

En lugar de invertir en el proyecto, los accionistas podrían invertir en una cartera de mercado. Entonces, ***el costo de oportunidad del capital*** para el proyecto en cuestión es la rentabilidad de la cartera de mercado.

De este modo, el problema de estimar el costo de capital del proyecto se reduce a estimar la ***tasa de rentabilidad esperada de una cartera de mercado***. Si uno toma la tabla de rentabilidades en EE. UU. entre 1926 y 1992, ésta tasa esperada se podría estimar en 12,4%, que corresponde al promedio los 67 años.

Lamentablemente, la solución no es así de fácil. La tabla muestra las rentabilidades promedio de 67 años, pero que hubiera pasado con su proyecto en 1981, ¿sería correcto decir que la rentabilidad esperada habría sido también de 12,4%?

Parece que no es tan sencillo, pues el riesgo intuitivamente es algo inherente a la coyuntura de la economía, a las expectativas de crecimiento, a la inflación, al nivel de desempleo, etc. y estas variables y muchas más cambian permanentemente. Lo menos plausible es que la coyuntura no cambie.

Una mejor aproximación parece ser que se considere la tasa de interés efectivo de las Letras del Tesoro (Banco Central, que se conoce todos los días hábiles, pues los bancos centrales la publican diariamente) y sumarle la diferencia entre ella y la rentabilidad histórica del mercado, de modo de obtener una rentabilidad esperada del mercado lo más actualizada posible, es decir, actualizada por la tasa de interés que paga en dicho día el Banco Central respectivo; de este modo, obtenemos la rentabilidad que los accionistas deben esperar por aceptar el riesgo del proyecto.

Entonces, supongamos que estamos en Nueva York en junio-julio del año 2005, los datos del Prof. Damodaran para el año 2005 nos dicen que la rentabilidad anual de los Treasury Bills ese año fue 3,01%. Hacemos el siguiente cálculo:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***rentabilidad esperada***  ***del mercado***  (Junio-Julio 2011) | **=** | rentabilidad  Treasury Bills  (Junio-Julio 2011) | **+** | prima por riesgo  normal  (Promedio 67 años USA) |

Esto es, reemplazando los valores adecuados:

***rentabilidad esperada de mercado*** (Junio-Julio 2011) = 0,0301 + 0,124 = 0,1541

El primer término está determinado por el mercado en la fecha y corresponde a la rentabilidad efectiva de la fecha que el Banco Central pagará a los inversionistas al invertir en Treasury Bills. El segundo término es un término extraído de la historia de los últimos 67 años de la Bolsa de New York, a saber, la prima por riesgo normal en los EE.UU.

***La rentabilidad esperada de mercado,*** que en este caso es lo que los inversionistas esperan ganar invirtiendo en una cartera de mercado, sería el costo por invertir en el proyecto, esto es, lo que dejan de ganar al no invertir en el mercado accionario de EE.UU. al poner su dinero a disposición de nuestro proyecto.

La pregunta ahora es cómo estimamos ***la rentabilidad esperada*** o ***el costo de oportunidad del capital*** para un proyecto cuyo riesgo sea distinto al del mercado.

Primero, estudiaremos algunos conceptos que se usan para estimar los riesgos de las inversiones.

Las series históricas presentadas en la tabla de la sección anterior sólo mostraban las rentabilidades medias para los distintos tipos de carteras. Si estamos frente a algo variable, algo riesgoso, algo que no podemos predecir, además de los indicadores de posición hay indicadores de variaciones, lo que se muestra en los siguientes histogramas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Desviaciones Estándar de Rentabilidades de***  ***Carteras Históricas en EE.UU.*** | | |
|  | *Desviación estándar rentabilidad (%)* | |
| *Cartera* | *Serie (1)* | *Serie (2)* |
| Letras del Tesoro (90 días) | 3,3 | 3,6 |
| Bonos del Tesoro (20 años) | 8,6 | 5,2 |
| Bonos de las Empresas | 8,5 | SD |
| Acciones | 20,6 | 11,5 |
| 1. Ibbotson & Associates *Stocks, Bonds, and Inflation 1926-1992, 1993 Year-Book.* 2. Aswath Damodaran, *Annual Returns on Stocks, T. Bonds & T. Bills: 1928 – 2013*. | | |

La volatilidad de los mercados no tiene un patrón conocido de comportamiento. Hay épocas más volátiles que otras. El cuadro de las desviaciones estándar históricas presenta una sinopsis del comportamiento de la variabilidad de diferentes activos durante un periodo de entre 60 a 80 años. ¿Nos dirá algo la desviación estándar acerca del riesgo?

**Palabras claves:** *bolsa de valores; índices de mercados financieros; IGPA; IPSA; Dow Jones; S&P500; pagaré a 90 días del Banco Central (Treasury Bills); Bonos del Tesoro; Bonos de Empresas; Precios de Acciones; concepto de riesgo; variabilidad de las rentabilidades de las inversiones; rentabilidad libre de riesgo (rf); prima por riesgo de mercado; costo de oportunidad del capital; rentabilidad esperada del mercado; rentabilidad exigida por los accionistas; desviación estándar; varianza.*

***1.4 Caracterización de los mercados de financieros***

En finanzas es usual hablar decisiones racionales y de valores razonables. En este contexto, ¿qué se quiere decir con las palabras “racional” o “razonable”? Se busca significar que se está tomando en cuenta la información disponible y las decisiones respetan ciertas reglas comunes. Se quiere decir que los precios incorporan toda la información disponible a los inversionistas en este momento.

Entonces se habla de **mercados de capitales eficientes** como aquellos en los cuales todos los títulos están valorados correctamente a la luz de la información disponible por los inversionistas

La hipótesis de mercado de capitales eficientes implica que si los títulos son valorados racionalmente a precios de mercado, entonces el financiamiento de mercado es siempre una transacción con **VPN = 0.**

De acuerdo a lo anterior, ***los mercados de capital eficientes*** son aquellos en que la compra o venta de un título (acción, bono, préstamo, etc.) al precio de mercado es una transacción con valor presente neto igual a cero (VPN = 0).

La historia de la investigación racional de los mercados de capitales comienza con Louis Bachelier, quien en el año 1900 publica sus resultados en el libro ***‘Théorie de la Spéculation’***.

Continua más tarde, en 1953, con los resultados de las investigaciones de Maurice Kendall que publicó en el Journal of the Royal Statistical Society, ***‘The Analysis of Economic Time Series’***.

Lo que buscaba Kendall era descubrir ciclos regulares en el movimiento de los precios; pero no encontró ninguna regularidad; sino que detectó que los precios vagaban aleatoriamente, con la misma probabilidad de subir o bajar de un día para otro. Es lo se conoce como un **comportamiento o paseo aleatorio.**

**Casos: Cobre y Celulosa (Ver gráficos)**

Para entender el funcionamiento de los mercados financieros debemos recurrir a los fundamentos de la Teoría de Finanzas.

Actualmente, los analistas de los mercados financieros se pueden clasificar en dos tipos: por una parte, ***los analistas fundamentalistas***, cuyo foco de atención es el estudio de los rubros a que se dedican las empresas y tratan de descubrir el proceso tecnológico y el comportamiento de la productividad que conducirá a mayor o menor rentabilidad de las empresas, y por tanto, eso influirá en un alza o baja de precios; y por otra parte, ***los analistas técnicos***, que estudian las series de tiempo de los precios y creen que los precios futuros de las acciones se pueden predecir.

Los mercados de capital eficientes se dividen en tres tipos:

Un **mercado de capitales es eficiente en forma débil** si no se puede obtener utilidades superiores estudiando únicamente el pasado de los precios de las acciones, pues toda esta información está reflejada en los precios

Un **mercado de capitales es eficiente en la forma semifuerte** si no se puede obtener utilidades superiores después de investigar los precios de las acciones en el pasado, los movimientos de estos precios después de los anuncios de dividendos, después de las predicciones de las utilidades de la empresa, después de la divulgación de planes de fusiones y después de cambios en las prácticas contables, es decir, si los precios reflejan toda la información pública disponible

Un **mercado de capitales es eficiente en la forma fuerte** si no se puede obtener utilidades superiores después de conocer toda la información existente, esto es, después de conocer toda la información pública y privada disponible

La hipótesis del mercado eficiente es frecuentemente mal interpretada. Algunos afirman que los precios de las acciones no pueden reflejar el valor racional de las empresas porque suben y bajan (hay argumentos a favor y en contra).

Otros creen que las instituciones son incapaces de conseguir rentabilidades superiores son simplemente incompetentes (hay argumentos a favor y en contra).

Hay casos que se logra cierta rentabilidad superior (los *insiders*, *información* *privilegiada, que si bien su uso es un delito, nadie dice que no se usa*). ¡Nótese que hay asuntos éticos de por medio!

¿Cómo interpretar la eficiencia de los mercados a la luz de las crisis bursátiles (crisis de 1982 en Chile, crisis de 1987 en Nueva York, crisis de 1997 en Asia, la crisis económica global de 2008, la crisis europea de 2012, etc., etc.).

La hipótesis de la forma débil de la eficiencia de mercado afirma que la sucesión de variaciones de precios del pasado no contiene información sobre las variaciones futuras. Hay economistas que hablan de que los precios de las acciones siguen un “paseo aleatorio” o que el **“mercado no tiene memoria**”.

En un mercado eficiente no existen ilusiones financieras. Los inversionistas no tienen una relación romántica con los flujos de caja de la empresa ni con la parte de esos flujos de la cual son dueños (la así llamada “contabilidad creativa”).

**No free lunch**. Suponga que el tipo de interés de los bonos a un año es de 4% y que los bonos a dos años rentan el 6%. ¿Qué sucede con la rentabilidad de los bonos que se compran dentro de un año y duran un año? ¿Cuál debiera ser su rentabilidad esperado hoy?

**Palabras claves:** *decisiones racionales; valores razonables; mercado de capital eficiente; valor presente neto de transacciones financieras; valor aleatorio; movimiento browniano o paseo aleatorio; análisis fundamental; análisis técnico; mercado de capital eficiente en forma débil o forma semifuerte o forma fuerte; mercado no tiene memoria; free lunch.*

**1.5 El riesgo y la diversificación de las carteras de inversión**

En finanzas, la ***diversificación*** quiere decir reducir el riesgo de una cartera o portfolio invirtiendo no en un instrumento financiero sino que en varios al mismo tiempo.

Si los valores de los instrumentos financieros no se mueven sincronía, una cartera diversificada tendrá menos riesgo que el riesgo promedio ponderado de sus constituyentes, e incluso, en muchos casos, su riesgo será menor que el de menor riesgo de sus constituyentes.

Considerando esta realidad, mientras más averso al riesgo sea el inversionista más diversificará su cartera.

La diversificación es una de las dos técnicas generales para reducir el riesgo de las inversiones.

La otra técnica es la cobertura.

La diversificación se basa en la falta de una relación positiva estrecha entre las rentabilidades de los activos y funciona incluso cuando las correlaciones son cercanas a cero o ligeramente positivas. La cobertura se basa en la correlación negativa entre los activos, o venta corta de activos con una correlación positiva.

Las clases de activos que se debe considerar para la diversificación son:

* 1. Acciones (empresas)
  2. Bonos (empresas, gobiernos, etc.)
  3. Propiedades (casas, departamentos, predios, etc.)
  4. Mercancías (oro, plata, etc.)
  5. Otros (obras de arte, monedas antiguas, estampillas, equipos deportivos, etc.)

Las estrategias de adquisición de activos para una cartera dependerá de:

1. Objetivos de la inversión
2. Tolerancia al riesgo
3. Horizonte de tiempo

**Un ejemplo de diversificación**

Para entender la diversificación los profesores Brigham y Houston (2004) presentan el siguiente caso. Suponga Vd un juego de tirar una moneda bien equilibrada, en el sentido que hay una probabilidad de 0,5 de cara y 0,5 de cruz. Le ofrecen dos alternativas: o juega todo en una tirada de la moneda o se tira cien veces la moneda. En el primer caso, Vd o gana $20.000 pesos o pierde $ 16.000; en el segundo caso, por cada tirada de la moneda Vd o gana $200 o pierde $ 160. En ambos casos el valor esperado del juego $ 2.000 a favor suyo.

En efecto, en el primer caso el juego consiste en tirar la moneda una sola vez:

E (tirar la moneda) = 0,5 \* 20.000 – 0,5 \* 16.000 = $ 2.000.

En el segundo caso se tiene

100 \* E (tirar la moneda) = 100 \* {0,5 \* 200 – 0,5 \* 160} = $ 2.000

De este modo, podemos ver que es muy riesgoso el primer modo de jugar, esto es tirar la moneda una sola vez y el segundo modo, tirando la moneda cien veces es mucho menos riesgoso. Este parece ser un modo de comprender que la diversificación reduce el riesgo. En este caso, una tirada se “diversificó” a cien.

**La diversificación y la rentabilidad de los activos.**

En primer lugar es necesario aclarar los tipos de rentabilidades de los activos, habiendo dos tipos en el enfoque que nos interesa:

* + - Rentabilidad ex post (efectiva)
    - Rentabilidad ex ante (esperada, exigida)

La rentabilidad ex post (efectiva), es la rentabilidad que se conoce después de haberse realizado, de unos activos será diferente a la de otros, pero como no se puede saber esto de antemano (a no ser que tuviera una bola de cristal) no se puede aprovechar esta condición.

La rentabilidad ex post de una cartera diversificada no puede exceder la de la inversión de más alto rendimiento, y de hecho siempre será menor que la rentabilidad más alta (a no ser que todas las rentabilidades ex post sean idénticas).

Por el contrario, la rentabilidad ex post de una cartera diversificada siempre será mayor que la de la inversión de peor rendimiento.

Así mediante la diversificación, se pierde la oportunidad de haber invertido sólo en el activo que tuvo la mayor rentabilidad, pero también se evita invertir exclusivamente en el activo que tuvo la peor rentabilidad.

Ese es el papel de la diversificación: estrechar el rango de resultados posibles.

**Efecto de la diversificación en la varianza**

Se presenta el registro de las desviaciones estándar para 10 activos muy conocidos de Estados Unidos entre los años 1988 y 1992.

|  |  |
| --- | --- |
| **Desviaciones estándar de 10 acciones de EE.UU. 1988-1992** | |
| *Empresas* | *Desviación estándar*  *de la rentabilidad (%)* |
| AT&T | 21,5 |
| Bristol-Myers Squibb | 18,0 |
| Delta Airlines | 27,7 |
| Digital Equipment Corp. | 35,7 |
| Exxon | 12,1 |
| Ford Motor Co. | 27,7 |
| Genentech | 33,9 |
| Microsoft | 48,5 |
| Polaroid | 33,6 |
| Tandem Corporation | 44,3 |
| **Promedio de las Desviaciones Estándar** | **30,3** |
| *Fuente: Brealey, Myers and Marcus: Fundamentals of Corporate Finance, 1995* | |

El promedio de las desviaciones estándar de las rentabilidades de las acciones de estas importantes empresas tiene un valor de 30,3%, volatilidad notablemente superior a la del mercado estimada entre 1926 y 1922 en 20,6%. ¿Qué hacer? ¿Qué puede hacer un inversionista que no quiera correr tantos riesgos?

Si la cartera de mercado está compuesta por acciones individuales, ¿por qué su volatilidad no es igual a una media de las volatilidades de sus componentes?

La respuesta a esta pregunta se debe buscar en la diversificación de la cartera.

La **diversificación** es una estrategia diseñada para reducir el riesgo individual de los activos mediante la construcción de una cartera con varios títulos diferentes.

A modo de ejemplo, una estrategia posible sería incorporar empresas pro-cíclicas y anti-cíclicas en una cartera de inversiones, además se podría incorporar empresas neutrales a los ciclos.

La historia de las rentabilidades de distintos tipos de activos evidencia una cierta relación riesgo-rentabilidad y sugiere que la varianza o la desviación estándar podría ser un indicador útil del riesgo.

Veamos qué pasa con un activo individual y su incorporación a una cartera.

Suponga que hay en la economía hay tres resultados o escenarios igualmente probables: una recesión, un crecimiento normal y un auge. Suponga que las empresas automotrices son cíclicas, esto es, su crecimiento es -8% en recesión, 5% normal y 18% en un auge. Las mineras de oro son contra cíclicas, esto es, crecen un 20% en la recesión, 3% en normalidad y -20% en un período de auge. Esto se resume en la siguiente tabla:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | Rentabilidad efectiva histórica (%) | |
| *Escenario* | *Probabilidad* | *Acciones en*  *Automotrices* | *Acciones en*  *Oro* |
| Recesión | 0,33 | -8,00 | 20,00 |
| Normal | 0,33 | 5,00 | 3,00 |
| Auge | 0,33 | 18,00 | -20,00 |
| ***Rentabilidad esperada – E(r) – resperada*** | | 5.00 | 1.00 | |
| ***Varianza de la rentabilidad*** | | 112.67 | 268.67 | |
| ***Desviación estándar de la rentabilidad*** | | **10.61** | **16.39** | |

¿Cómo explicaría Vd. que hubiese interés de parte de un inversionista por comprar acciones ORO si tienen menor rentabilidad esperada y mayor volatilidad?

A modo de ejemplo, construyamos una cartera con 75% Autos y 25% Oro.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Cartera Diversificada (75% Autos y 25% Oro)*** | | | |
| *Escenario* | *Probabilidad* | *Rentabilidades posibles de la Cartera* | |
| Recesión | 0,33 | r = 0.75 \* (- 0.08) + 0.25 \* 0.20 = - 0.010 | |
| Normal | 0,33 | r = 0.75 \* (0.05) + 0.25 \* 0.03 = 0.045 | |
| Auge | 0,33 | r = 0.75 \* 0.18 + 0.25 \* (- 0.20) = 0.085 | |
| ***Indicadores Estadísticos de la Cartera*** | | | |
| ***Rentabilidad esperada de la Cartera – E(r) – resperada*** | | | 4.00% |
| ***Varianza de la rentabilidad de la Cartera*** | | | 15.17% |
| ***Desviación estándar de la rentabilidad de la Cartera*** | | | **3.89%** |

¿Qué pasó al construir una cartera de este modo? Si bien la *rentabilidad esperada* de la Cartera bajó de 5% a 4%, es notable la disminución de la desviación estándar de la rentabilidad de la Cartera, desde 10,6% a 3,9%. Nótese que la volatilidad de la cartera es más baja que la de las acciones individuales que la componen.

La situación se puede resumir del siguiente modo:

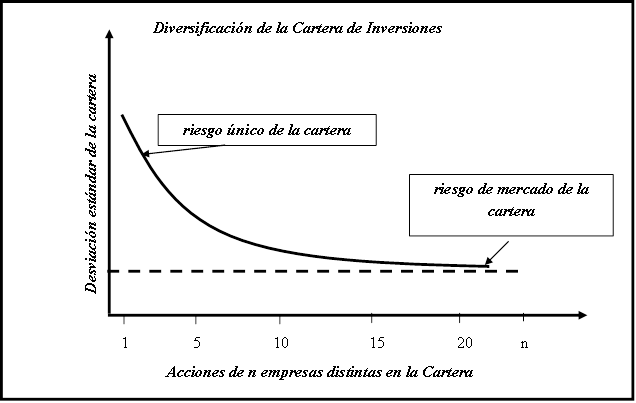
*1. Los inversionistas deben preocuparse de la rentabilidad esperada y del riesgo de su cartera. El riesgo se indica por medio de la desviación estándar.*

*2. El riesgo de una acción depende cómo ésta afecta a las demás acciones de la cartera. La volatilidad de las acciones individuales tiene poca importancia.*

¿Qué pasa si aumento el número de acciones distintas en mi cartera? Si en vez de dos acciones, ¿qué pasa si compongo mi cartera con tres, cuatro... ***n*** acciones de empresas distintas? En este caso se puede eliminar el riesgo único, pero no el riesgo de mercado.

El **riesgo único** de un activo financiero lo constituyen los innumerables factores específicos de riesgo que afectan a cada empresa. También se llama *riesgo diversificable.*

El **riesgo de mercado** de una cartera lo constituyen los factores de riesgo de una economía (en general, macroeconómicos) que afectan a todos los activos del mercado. También se le conoce como *riesgo sistemático, riesgo agregado o riesgo no diversificable.* No es posible eliminar absolutamente este tipo de riesgo. Se puede pensar en un terremoto o en el descubrimiento en un país pequeño de grandes minas de oro. En general, en finanzas se usa el término *riesgo sistemático* y en economía *riesgo agregado*.



El riesgo sistemático se genera por la estructura de los mercados que cuando se producen cierto tipo de eventos, éstos afectan a todos los agentes económicos.

El riesgo sistemático, esto es, el riesgo que no se puede eliminar mediante la diversificación exige rentabilidades por sobre la rentabilidad libre de riesgo. En cambio, el riesgo único no puede exigir lo mismo, pues se puede eliminar mediante la diversificación. La exposición de una cartera de inversiones al riesgo sistemático sólo se puede reducir sacrificando su rentabilidad esperada.

Como conclusión general de esta sección podemos afirmar que el riesgo único no paga, pues eliminarlo es gratis. El riesgo que se debe considerar al invertir en los mercados financieros es el riesgo de mercado o sistemático, pues este riesgo no se puede eliminar. Entonces, para administrar una cartera de inversiones, se debe asegurar que esté diversificada, y luego hacer cálculos acerca de su rentabilidad esperada. Para eso debemos estudiar el próximo capítulo.

**Una disquisición histórica acerca de la diversificación financiera.**

**Aristóteles** en su **Ética a Nicómaco** en el siglo IV A.N.E. ya propone una interesante perspectiva para los inversionistas.

En efecto, en el **Libro V** (1.129a1-1.138b11),al examinar la virtud ética de la justicia, habla de las proporciones, la proporción geométrica, la proporción aritmética y la “proporción áurea”. El relaciona la felicidad y la virtud a encontrar un balance apropiado entre el exceso y la escasez en cualquier tema. Por ejemplo, la proporción áurea entre la cobardía y la insensatez sería la valentía. En el contexto de la inversión, la proporción áurea sería propender a una cartera de inversiones cuyos activos respeten una cierta “proporción áurea”, problema que dejo planteado y que habría que investigar.

La diversificación ya se menciona en la **Biblia**, en el libro **Eclesiastés**, que parece haber sido escrito a mediados del siglo II A.N.E.

*Reparte á siete, y aun á ocho: porque no sabes el mal que vendrá sobre la tierra.*

La Biblia, versión [Reina Valera (1909)](http://rv.bibliaparalela.com/ecclesiastes/11.htm), Eclesiastés 11:2

En el **Talmud**, cuya redacción escrita data aproximadamente del año 200 de N.E. también se menciona la diversificación.

*Rab Jía Raba dijo: La Torá enseña la conducta correcta. Una persona no debería poner todo su dinero en un solo lugar. ¿De dónde lo sabemos? De Yaakov, como está escrito: “Y dividió a las personas que estaban con él, y los rebaños y las manadas y los camellos en dos campamentos, y dijo: Si Esav ataca un campamento y le causa gran daño, el campamento restante escapará” (Génesis 32:8-9)*

*Una persona debería siempre tener su dinero a mano, como está escrito (Deuteronomio 14:25) “Y atarás el dinero en tu mano”. Y Rabí Itzjak dijo: Una persona debería tratar de dividir su dinero en tres: un tercio en tierras, un tercio en negocios, y un tercio en la mano”*

Fuente: <http://www.aishlatino.com/a/eyn/121853989.html>

Durante el Renacimiento se produje un enorme desarrollo de las finanzas, siendo uno de los principales actores el comerciante alemán Jacobo Fugger, el Rico, quien comentaba a finales del siglo XV:

*“Divide tu fortuna en cuatro partes iguales: acciones, propiedades, bonos y monedas de oro. Debes siempre estar preparado para perder una de las partes. Durante la inflación, perderás con los bonos y ganarás con el oro y las propiedades. Durante la deflación, perderás con las propiedades y ganarás con los bonos… Las acciones se comportarán de manera mixta en ambos periodos. Cada vez que las circunstancias causen un desbalance significativo, debes volver a proporcionar en partes iguales tu fortuna”*

Citado de la Gazette de Montreal, 15 de febrero de 2007

Más tarde, en el Renacimiento, entre 1596 y 1598, **Shakespeare** en ***El Mercader de Venecia*** menciona la diversificación:

*Todas mis especulaciones no van confiadas a un solo buque*

*Ni las dirijo a un solo sitio*

*Ni mi riqueza depende de los percances del año*

*Por tanto, no es la suerte de mis mercancías lo que me entristece*

El Mercader de Venecia (Acto 1, Escena 1)

El concepto moderno de diversificación se lo debemos a **Harry Markowitz**, que lo elaboró en su obra ***Portfolio Selection*** en 1954.

**Palabras claves:** *diversificación; instrumentos financieros; sincronía; aversión al riesgo; cobertura; pro-cíclico; anti-cíclico; varianza; desviación estándar; riesgo único; riesgo de mercado; riesgo sistemático; riesgo agregado; riesgo no diversificable; proporción áurea; Aristóteles; la Biblia; el Talmud; Jacobo Fugger; Shakespeare; Harry Markowitz.*

**Anexo Revisión de Algunos Conceptos de Probabilidades y Estadística**

Se habla de datos estadísticos si se toman datos de asuntos reales en forma metódica y sistemática, en cambio, se habla de cálculo de probabilidades a nivel teórico, como una rama de las matemáticas. Por un lado, en estadística se trata con variables estadísticas, distribuciones de frecuencias, histogramas, medias, varianzas, desviaciones estándares, curvas de regresión, coeficientes de correlación y rectas de regresión de mínimos cuadrados; por otro lado, en probabilidades se habla de variables aleatorias, distribuciones de probabilidades, esperanzas, etc. Las variables estadísticas y aleatorias pueden ser discretas o continuas. Nos referiremos al caso discreto.

**1 Variables Aleatorias de una dimensión.**

Las variables aleatorias de una dimensión se caracterizan con estadígrafos de tendencia central y de variabilidad. El estadígrafo de tendencia central más usado es esperanza (E) o media aritmética o promedio común. Los estadígrafos más usados de variabilidad son la varianza (2) y la desviación estándar ().

Sea una variable discreta X de 1 dimensión y sean:

x1, x2, ..., xi, ..., xn *n* valores posibles que toma la variable

Fi frecuencias absolutas para cada valor posible xi

N número total de observaciones de la variable

fi = Fi / N frecuencia relativa de la variable X para el valor xi

p(xi) probabilidad que la variable X tome el valor xi

p(xi) = fi

La **esperanza matemática, E(X),** de una variable aleatoria X de una dimensión es igual a la media aritmética de sus valores ponderados por sus respectivas probabilidades.

**E(X) = ∑i p(xi) \* xi = ∑i fi \* xi**

***Ejercicios (canónicos):***

1. Calcular **∑**i fi.

2. Calcular la esperanza de Y, transformación lineal de una variable X:

Y = (X - k) / q

3. Calcular la media de Y, esto es, de las desviaciones con respecto a la media de X:

Y = X - E(X)

4. Calcular el valor k, respecto al cual la suma ponderada por las frecuencias relativas (probabilidades) de las desviaciones al cuadrado de la variable X es mínima.

Y = **∑**i (fi \* (xi - k)2)

La **varianza, 2**(X), de una variable discreta X de una dimensión es igual a la suma ponderada de las desviaciones respecto a la esperanza (media) al cuadrado.

**2 (X) = ∑**i (fi \* (xi - E(X))2)

La **desviación estándar, **(X), de una variable X de una dimensión es igual a la raíz cuadrada de la varianza.

**X = ∑**i (fi \* (xi - E(X))2)

s (X) = ( Si ( ( fi \* ( xi - E(X)) \*\* 2 ) \*\* 1/2

***Ejercicio:***

Demostrar la fórmula de König-Huygens, que relaciona la media con la varianza:

**2 (X)** = **∑**i (fi \* xi2) - (E(X))2

Nótese que esta fórmula se relaciona con los teoremas de König sobre el momento cinético (o angular) de un sistema de puntos, con la función escalar de Leibniz relativa a los baricentros de los sistemas y con el teorema de Huygens de los momentos de inercia. Johann Samuel König fue un matemático alemán que vivió entre 1712 y 1757. Christiaan Huygens fue un matemático holandés que vivió entre 1629 y 1695.

**2 Variables Aleatorias de dos dimensiones.**

Las variables aleatorias de dos dimensiones se caracterizan en términos marginales y condicionales. A grosso modo, se habla de características marginales cuando se toma en cuenta sólo una dimensión de las dos. Se habla de características condicionales cuando se fija un rango de valores para una dimensión de la variable. El siguiente gráfico es una representación de una variable aleatoria de dos dimensiones.



Este diagrama se conoce como **diagrama de dispersión** de la variable de dos dimensiones.

Las **distribuciones marginales** (Xm, Ym) de una variable aleatoria de 2 dimensiones son aquellas variables de 1 dimensión que se construyen al tomar sólo una dimensión de la variable de 2 dimensiones.

Xm = Z (xi, \*)

Ym = Z( \* , yi)

Las **distribuciones condicionales** (Xc, Yc) de una variable aleatoria de 2 dimensiones son aquellas variables de 1 dimensión que se construyen al tomar la distribución de 1 dimensión y dejando fijo el valor de la otra dimensión.

Xc(y=k) = Z( xi, y=k)

Yc(x=q) = Z( x=q, yi)

Dos **variables aleatorias X e Y son estadísticamente independientes** si las distribuciones condicionales de una respecto a la otra son iguales y, por tanto, son iguales a la distribución marginal.

Xc(y1=k1) = Xc(y2=k2) = ... = Xc(yn=kn) = X m

Yc(x1=q1) = Yc(x2=q2) = ... = Yc(xn=qn) = Y m

*Ejercicio:*

¿Son estadísticamente independientes la cosecha de trigo y la lluvia?

La **curva de regresión de Y en X** es la curva representativa de las medias condicionales Y en función de X.



*Ejercicio:* ¿Qué forma y posición toma la curva de regresión si las variables Y y X son independientes?

El **coeficiente de correlación lineal** (**r**) entre X e Y es un indicador de una posible dependencia de linealidad entre las variables.



La **recta de regresión de los mínimos cuadrados de Y en X** es la función lineal que minimiza las desviaciones perpendiculares a la recta de regresión de Y en X.

La expresión de la recta de regresión es

(Y - Em(Y) ) = r \* (y / x) \* (X - Em(X))

***Referencias:***

*Aristotle, siglo IV A.N.E.,* The Nicomachean Ethics*,* Translated by David Ross, Oxford World’s Classics, 2009

*Biblia, siglo II A.N.E,* versión Reina Valera, 1909

*Brealey, Richard A., Stewart C. Myers y Alan J. Marcus,* 1996, Principios de Dirección Financiera, McGraw-Hill (Capítulos 3, 4 y 5)

*Brealey, Richard A. y Stewart C. Myers,* 1996, Fundamentos de Financiación Empresarial, McGraw-Hill (Capítulos 2, 3 y 4)

*Cansado, Enrique,* 1970, Curso de Estadística General, CIENES, Santiago de Chile

*Damodaran, Aswath,* Beta-Book 2012, Fuente:

<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/sitemap.htm>

*Eldin, François y Benjamín Calderón,* 1968, Estadística, Universidad de Chile, Santiago de Chile (Primera Parte: Estadística Descriptiva)

*Fugger, El Rico, siglo XV N.E.,* citado por la Gazette de Montreal, 15 de febrero de 2007.

*Lewis, Michael,* 1990, El póquer del mentiroso, Editorial Ariel, Barcelona

*Malkiel, Burton G,* 1990, Un paseo aleatorio por Wall Street, Alianza Editorial, Madrid

*Pascale, Ricardo,* 1992, Decisiones Financieras, Ediciones Macchi, Buenos Aires

*Shakespeare, William, 1598, El Mercader de Venecia, Traducción de Luis Astrana Marín, 2006, Biblioteca Virtual Universal,* [*www.biblioteca.org.ar*](http://www.biblioteca.org.ar)

*Talmud, Siglo II N.E.,* Fuente: <http://www.aishlatino.com/a/eyn/121853989.html>

***2. CAPM: Capital Assets Pricing Model –***

***Modelo de Precios de Activos de Capital***

***2.1 Introducción***

Hasta ahora se ha supuesto cierta determinación en los flujos de caja, se han dejado de lado los aspectos aleatorios. Entonces, se calculaba el valor de un activo mediante el descuento a una tasa de interés dada de un flujo de caja determinado. Estos supuestos de determinación de las variables eran apropiados para ejercitar los ‘músculos’, como precalentamiento. Pero, sabemos que la vida es azarosa, que nada se conoce con certidumbre, que todo cambia, en ninguna esfera de la vida humana. Luego, en finanzas debemos enfrentar el azar, lo aleatorio, la incertidumbre, en resumen, el riesgo.

Tomando en cuenta el riesgo, los flujos de caja serán más o menos probables, las tasas de interés no serán seguras, en fin, todas las variables estarán sujetas a variaciones inciertas y ahora entramos al mundo real, al mundo en que sólo existen probabilidades de que sucedan los eventos, dejamos atrás el mundo seguro y determinado de los primeros capítulos. Es decir, nos adentramos en mundo real, que es riesgoso y lleno de cototos. En resumen, estamos proponiendo un modelo financiero más sofisticado.

Las variables macroeconómicas, tales como la tasa de interés, el gasto del gobierno, la política monetaria, la inflación, el tipo de cambio de monedas extranjeras (en el caso de Chile, el dólar, el euro, el yen y el yuan, principalmente), el precio del cobre y del litio y otras afectan a las empresas y por consiguiente a las rentabilidades de sus acciones. Sería plausible pensar que podamos valorar el impacto de todas las noticias y acontecimientos “macro” observando la tasa de rentabilidad de una cartera de mercado, formada por todos los activos de capital existentes.

La **cartera de mercado** es la cartera formada por todos los activos del mercado. En la práctica se utiliza un índice amplio, tal como el Índice General de Precios de Acciones (IGPA) para representar el mercado.

Al observar los activos individuales en el último capítulo, se vio que Microsoft tenía la desviación estándar más alta y Exxon la más baja. De haber invertido en ese momento en Microsoft su rentabilidad habría sido 4 veces que de haber invertido en Exxon. Pero un inversionista prudente “no coloca todos los huevos en la misma canasta”, sino que reduce su riesgo mediante la diversificación. En este caso, un inversionista con una cartera diversificada está interesado en el efecto de cada acción sobre el riesgo de la cartera total en su poder.

El riesgo de una acción se asocia directamente a su **sensibilidad** a las fluctuaciones del mercado. Si la rentabilidad de una acción fluctúa de modo similar a la rentabilidad del mercado, su sensibilidad es igual a 1. Si la rentabilidad de un título fluctúa en una proporción mayor que la del mercado, entonces se dice que su sensibilidad es mayor que 1; en el caso inverso, esto es, que la rentabilidad fluctúa en una magnitud menor que la del mercado, se dice entonces que su sensibilidad es menor que 1.

La sensibilidad de la rentabilidad de un título a la rentabilidad del mercado se mide a través de la dependencia entre la rentabilidad del mercado (variable independiente) y la rentabilidad del título (variable dependiente). Como un modo de medición de dicha sensibilidad se utiliza el coeficiente ***β*** (beta), que se obtiene de la regresión lineal entre ambas rentabilidades.

Los inversionistas, por otra parte, hacen una distinción entre acciones “defensivas” y acciones “agresivas”. Las acciones agresivas tienen ***β*** altos (mayores que 1.0), indicando que su rentabilidad tiende a responder más que proporcionalmente ante cambios de la rentabilidad de mercado. Por el contrario, si el coeficiente ***β*** es menor que 1.0. En este contexto, ¿cuánto valdría el coeficiente ***β*** del mercado?

***2.2 Los supuestos del modelo CAPM***

El modelo CAPM asume varios aspectos ideales sobre la realidad del mundo financiero, especialmente sobre los mercados y los inversionistas, entre los que cabe destacar:

* **Se supone que los mercados son eficientes en forma fuerte**. Esto es, no existen imperfecciones en el mercado, tales como impuestos, regulaciones ni restricciones a la venta corta; se asume que hay competencia perfecta en los mercados. Además, los mercados funcionan sin fricciones, la información no tiene costo y está simultáneamente disponible para todos los inversionistas. Por otra parte, los mercados permiten a todos los inversionistas pueden invertir cualquier cantidad de dinero a cualquier rentabilidad esperada según sus deseos.
* **Se supone que todos los inversionistas son racionales y tienen el mismo comportamiento**. Esto es, tienen el mismo horizonte para las inversiones; tienen opiniones idénticas sobre rentabilidades esperadas, volatilidades y correlaciones de las inversiones disponibles; y igualmente aversos al riesgo y exigen mayores rentabilidades para inversiones más riesgosas.
* **Se supone que las carteras de inversiones son totalmente diversificadas**. Puesto que los inversionistas pueden diversificar a costo cero, éstos solamente se preocupan por el riesgo sistemático (no diversificable) de los activos. Por otra parte, algunos portafolios son mejores que otros, pues devuelven mayores retornos con menor riesgo.
* **Se supone que existe un activo libre de riesgo**. De este modo que los inversionistas pueden tomar o pedir prestado cantidades ilimitadas a la tasa libre de riesgo.
* **Se supone que existe una cartera de mercado**. De este modo, si todos los inversionistas tienen el portafolio del mercado, cuando evalúan el riesgo de un activo específico, estarán interesados en la covarianza de ese activo con el mercado en general. La implicación es que toda medida del riesgo sistémico de un activo debe ser interpretado en cómo varían con respecto al mercado. El coeficiente beta (******) provee una medida de este riesgo.

Bajo estos supuestos surgen algunos inconvenientes que presenta el modelo CAPM y se consignan para su reflexión:

* El modelo no explica adecuadamente la variación en los retornos de los títulos valores. Hay estudios empíricos que muestran que existen activos con bajos betas pueden ofrecer retornos más altos de los que el modelo sugiere.
* El modelo asume que, dada una cierta tasa de retorno esperado, los inversionistas prefieren el menor riesgo, y dado un cierto nivel de riesgo, preferirán los mayores retornos asociados a ese riesgo. No contempla que hay algunos inversionistas que están dispuestos a aceptar menores retornos por mayores riesgos, es decir, inversionistas que pagan por asumir riesgo.
* El modelo asume que todos los inversionistas tienen acceso a la misma información y se ponen de acuerdo sobre el riesgo y el retorno esperado para todos los activos.
* El portafolio del mercado consiste de todos los activos en todos los mercados, donde cada activo es ponderado por su capitalización de mercado. Esto asume que los inversionistas no tienen preferencias entre mercados y activos, y que escogen activos solamente en función de su perfil de riesgo-retorno.

***2.3 Medida de riesgo del mercado: el coeficiente*** *** (beta)***

*Ejemplo*: Cálculo del ****** (beta) de la empresa forestal Mawida. A continuación se presenta la historia de 10 meses de las rentabilidades del mercado y de Mawida:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Mes*** | ***Rentabilidad de***  ***Mercado (%)*** | ***Rentabilidad de***  ***Mawida (%)*** |
| 1 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | -1 |
| 3 | -1 | -2.5 |
| 4 | -1 | -0.5 |
| 5 | 1 | 2 |
| 6 | 1 | 1 |
| 7 | 2 | 4 |
| 8 | 2 | 2 |
| 9 | -2 | -2 |
| 10 | -2 | -4 |



******

El ***β*** de la recta de regresión es el ***β*** de Mawida. En este caso, ****** = 1.5. Nótese que es un número absoluto, sin dimensiones. Indica la sensibilidad de la acción de Mawida a las variaciones del mercado, esto es, la proporción (mayor o menor) en que varía la rentabilidad de Mawida con relación a la rentabilidad del mercado, en tanto Mawida esté en una cartera bien diversificada.

Obsérvese, a modo de ejemplo, que en el mes 7 la rentabilidad del mercado fue de 2% y los accionistas de Mawida obtuvieron una rentabilidad de 4%. De aquí, podemos decir que el mercado generó para los accionistas de Mawida una rentabilidad del 2% y la gestión propia de la empresa generó una rentabilidad extra de 2%, lo que da una rentabilidad total de Mawida del 4% para dicho mes.

Entonces podemos descomponer la rentabilidad de las acciones Mawida en dos partes: la parte explicada por la rentabilidad de mercado y la parte explicada por el ***β*** de Mawida, esto es, la gestión y eventos que afectan específicamente a Mawida. Las fluctuaciones de la primera parte las explica el mercado y las de la segunda parte las explica la gestión y eventos que afectan exclusivamente a Mawida.

En resumen, el procedimiento para calcular el ***β*** de una acción es:

*1. Observar las tasas de rentabilidad de las acciones y del mercado.*

*2. Elaborar la tabla de rentabilidades de ambas variables.*

*3. Calcular los coeficientes de regresión lineal entre el mercado y la empresa.*

El **coeficiente *β* de una cartera** es igual a la media ponderada de los ***β*** de los títulos que componen la cartera, y las ponderaciones son los porcentajes de cada uno de esos títulos.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***β de acciones seleccionadas de EE.UU. a mediados de 1993*** | | | |
| **Activo** | ***β*** | **Activo** | ***β*** |
| AT&T | 0.96 | Ford Motor Co. | 1.03 |
| Boston Edison | 0.49 | Home Depot | 1.34 |
| Bristol-Myers Squibb | 0.92 | McDonald’s | 1.06 |
| Delta | 1.31 | Microsoft | 1.20 |
| Digital | 1.23 | Nymex | 0.77 |
| Dow Chemical | 1.05 | Polaroid | 0.96 |
| Exxon | 0.46 | Tandem Computer | 1.73 |
| Merck | 1.11 | U.A.L. | 1.84 |

Para diversificar su inversión existe la posibilidad de los Fondos de Inversión.

Los **Fondos de Inversión** son patrimonios integrados por los aportes de personas naturales y jurídicas para su inversión en valores y bienes según la Ley 18.815. Estos aportes quedan expresados en **Cuotas de los Fondos de Inversión** (CFI), nominativas, unitarias, de igual valor y características, las que no pueden rescatarse antes de la liquidación del Fondo.

***2.4 El Modelo de Precios de Activos de Capital: CAPM***

El título con menos riesgo en el mercado de los EE. UU. Corresponde a las Letras del Tesoro (Treasury Bills) a 90 días. A estos papeles no les afecta la rentabilidad del mercado, puesto que es fija. En este caso, el coeficiente ***β*** de los Treasury Bills es 0.

Una inversión hecha en una cartera de mercado tiene un ***β*** igual a 1.

Si tomamos una cartera intermedia entre los Treasury Bills y la de mercado, entonces su rentabilidad es el promedio ponderado entre la rentabilidad de los Treasury Bills y la del mercado. Gráficamente esto lo podemos representar de la siguiente manera:

|  |
| --- |
| **cartera de mercado**  ***rentabilidad esperada***  **Rentabilidad esperada**  ***LINEA DE MERCADO ACCIONARIO***  ***rm***  12.6  ***rentabilidad esperada***  **re**  ***cartera con  = 0.7***    4.0 ***rf***  0 0.7 1.0 **β** |

La **prima por riesgo de mercado** es la prima de riesgo de la cartera de mercado, que es igual a la diferencia entre la rentabilidad del mercado y la rentabilidad de los pagarés sin riesgo

¿Cómo calculamos la rentabilidad esperada (*re*) de una cierta cartera cuyo ***β*** es 0.7?

Primero calculamos la prima de riesgo de mercado que es igual a rm - rf:

***PRIMA DE RIESGO DE MERCADO*** rmh - rfh

El coeficiente **β** mide el riesgo relativo de mercado, entonces la prima de riesgo esperada de una acción es igual a **β** veces la prima de riesgo de mercado

***PRIMA DE RIESGO DE UNA CARTERA*** *re* - rf = β \* (rm - rf )

La rentabilidad esperada de una cierta cartera o activo es entonces igual a:

***RENTABILIDAD ESPERADA*** *re* = rf + β (rm - rf)

El Modelo de Precios de Activos de Capital ***CAPM*** (Capital Asset Pricing Model) representa una teoría sobre la relación que existe entre riesgo y rentabilidad. Establece que la rentabilidad de un activo es proporcional a **β** veces la prima de riesgo de mercado.

El CAPM supone que el mercado de valores está dominado por inversionistas bien diversificados, que se preocupan sólo por el riesgo de mercado.

La línea de mercado describe la relación entre rentabilidad esperada y el riesgo derivado de invertir una proporción de sus fondos en el mercado.

El CAPM se usa para estimar las rentabilidades esperadas por los inversionistas en la evaluación de proyectos.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Rentabilidades esperadas de empresas de EE.UU. (%)*** | | | |
| **Activo** | **%** | **Activo** | **%** |
| AT&T | 11.5 | Ford Motor Co. | 12.1 |
| Boston Edison | 7.4 | Home Depot | 14.7 |
| Bristol-Myers Squibb | 11.1 | McDonald’s | 12.3 |
| Delta | 14.5 | Microsoft | 13.5 |
| Digital | 13.8 | Nymex | 9.8 |
| Dow Chemical | 12.2 | Polaroid | 11.5 |
| Exxon | 7.2 | Tandem Computer | 18.1 |
| Merck | 12.7 | U.A.L. | 19.0 |

Por ejemplo, suponga que Vd. quiere analizar una propuesta de Merck para expandir sus operaciones. ¿A qué tasa debería descontar los flujos de caja previstos? Según la tabla los inversionistas están buscando una rentabilidad del 12.7% sobre sus inversiones en Merck. De este modo, se podría estimar el costo de capital para el proyecto de expansión de Merck.

La línea de mercado proporciona una regla de aceptación para los proyectos. Si la rentabilidad el proyecto se sitúa encima de la línea de mercado, significa que la rentabilidad es más alta que lo esperado por los inversionistas. Si se sitúa debajo de la línea de mercado, los inversionistas obtendrían una rentabilidad menor a lo que obtendría con una cartera de acciones y su VPN sería negativo.

***2.5 Discusión del CAPM y la Teoría de Valoración por Arbitraje***

El modelo CAPM es un instrumento para representar la realidad; debido a nuestra conformación mental, necesitamos simplificar la realidad para poder representarla en nuestra mente. La pregunta que surge en estos casos, es cuan confiable es la representación.

Partiremos estableciendo algunos supuestos, sobre los que hay un amplio consenso. El primer supuesto sobre **el riesgo**. Es bastante plausible que los inversionistas exijan y esperen una rentabilidad extra, un premio, una prima, por asumir riesgos. Esto explica que las acciones, en general, tengan mayor rentabilidad esperada que las Letras del Tesoro.

El segundo supuesto sobre **el riesgo**. Parece también razonable que la preocupación principal de los inversionistas sea por aquellos riesgos que no pueden eliminarse mediante el expediente de la diversificación. Si este no fuera el caso, dos empresas se fusionarían para hacer subir el precio de sus acciones. No es el caso.

El CAPM incorpora estas dos ideas, y ha sido seleccionado por muchos gerentes de finanzas como una herramienta útil para aprehender el difícil tema del riesgo. También es usado por muchos economistas para demostrar hipótesis sobre el comportamiento financiero de los agentes, las que también han sido demostradas con otros métodos.

Pero, el CAPM incorpora otros supuestos que no hemos discutido suficientemente. Por ejemplo, el supuesto que las Letras del Tesoro son libres de riesgo, ¿es indiscutible esto? Uno podría argumentar que la inflación siempre genera una cierto riesgo, normalmente pequeño, pero riesgo al fin y al cabo.

Otro supuesto que se utiliza sistemáticamente en el CAPM es que uno puede tomar un préstamo a la misma tasa que uno da un préstamo, o deposita en un banco.

***La Teoría de Precios por Arbitraje (Arbitrage Pricing Theory: APT)***

La ***Teoría de Precios por Arbitraje*** (APT) fue presentada por Stephen A. Ross entre 1976 y 1986. Su principal supuesto es que la rentabilidad de cada acción depende, por una parte, de variables macroeconómicas desconocidas o ‘factores’, y por otra parte, del comportamiento específico de la empresa o ‘perturbaciones. Entonces, la rentabilidad esperada se determina por la siguiente ecuación:



Esta teoría no dice nada acerca de cuáles serían estos factores; podrían ser el precio del petróleo, otro el tipo de interés, etc. Ciertos teóricos creen que la oferta de dinero no influye y por tanto, no hay para qué preocuparse de la inflación. Algunas acciones serían más sensibles a unos que a otros factores.

Para una acción individual hay dos fuentes de riesgo: una es el riesgo proveniente de las desconocidas variables macroeconómicas, cuyo efecto no se puede eliminar por la diversificación. La segunda fuente sería el riesgo que proviene del comportamiento propio de la empresa. La diversificación elimina el riesgo único, y los inversionistas diversificados pueden ignorarlo cuando están decidiendo si comprar o vender una acción. La prima por riesgo de una acción es afectada solamente por el factor o riesgo ‘macroeconómico’, no es afectada por el riesgo único.

La ***Teoría de Precios por Arbitraje*** (APT) establece que la prima por riesgo de una acción depende de la prima por riesgo asociada con cada factor y la sensibilidad de la acción a cada uno de los factores (*b1, b2, b3*, etc.). Luego tenemos que:

Prima por riesgo

de la inversión = *r  rf*

= *b1 \* (rfactor1 - rf) +* *b2 \* (rfactor2 - rf) +* ...

Esta ecuación tiene dos consecuencias importantes:

1. Si supone cada b = 0, la prima por riesgo es cero. La cartera diversificada, que se construye para tener cero sensibilidades para cada variable macroeconómica es esencialmente libre de riesgo, y por consiguiente debe estar valorada para tener la tasa de interés libre de riesgo. Si la cartera ofreciera una rentabilidad más alta, los inversionistas podrían comprar la cartera endeudándose y obtendrían una utilidad libre de riesgo (‘arbitraje’); es decir, recurrirían al ‘tonto del mercado’.

2. Una cartera diversificada que se construye para estar expuesta, por ejemplo, al factor 1, ofrecerá una prima por riesgo que variará de manera directamente proporcional a la sensibilidad de la cartera con aquel factor. Por ejemplo, si se construyen dos carteras, A y B, afectadas sólo por el factor 1. Si la cartera A es el doble de sensible al factor 1 que la B, la cartera A debe ofrecer el doble de prima por riesgo. Por tanto, si divide equitativamente su capital entre Letras del Tesoro y la cartera A, su cartera combinada tendría exactamente la misma sensibilidad al factor 1 que la cartera B y debería ofrecer la misma prima por riesgo. Suponga que la fórmula de valoración por arbitraje no se cumple, por ejemplo, que la combinación de Letras del Tesoro y la cartera A ofreciera una rentabilidad mayor. En este caso, los inversionistas obtendrían la utilidad del arbitraje vendiendo la cartera B e invirtiendo mitad en Letras mitad en cartera A.

El arbitraje que hemos considerado se refiere a carteras bien diversificadas, en las cuales el riesgo único se ha diversificado. Si la relación de valoración por arbitraje se mantiene para todas las carteras diversificadas, generalmente debe manifestarse para las acciones individuales. Cada acción debe ofrecer una rentabilidad esperada conforme a su contribución al riesgo de la cartera. En la APT esta contribución depende de la sensibilidad de la rentabilidad de la acción para cambios inesperados en los factores macroeconómicos.

***Comparando el CAPM con el APT.***

Tanto el CAPM como la APT postulan que la rentabilidad esperada depende del riesgo generado por la macroeconomía y no está afecta al riesgo único. Se puede pensar en los factores de la APT como una representación de carteras especiales de acciones que tienden a estar sujetas a influencias comunes. Si la prima por riesgo de estas carteras es proporcional a los betas (**β**) del mercado, entonces la APT y el CAPM darán la misma respuesta. En cualquier otro caso, no será así.

Hemos querido lanzar estas ideas para indicar las tendencias entre las que actualmente se mueve la teoría financiera contemporánea. Para los lectores interesados, recomendamos especialmente los ya clásicos trabajos de Markowitz, Sharpe, Jensen, y Ross.

Finalmente, a modo de información presentamos una tabla de comparación entre estimaciones de rentabilidades esperadas de acciones calculadas según el CAPM y la APT para carteras sectoriales de EE. UU.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Rentabilidad esperada calculada por** | |
| **SECTOR** | **CAPM (%)** | **APT (%)** |
| *Papeleras* | 17.1 | 18.4 |
| *Líneas aéreas* | 17.0 | 17.2 |
| *Eléctricas* | 16.9 | 11.9 |
| *Banca* | 16.1 | 17.0 |
| *Agua y Gas* | 13.5 | 11.4 |
| Fuente: The Alcar Group Inc., ‘APT’ |  |  |

***Referencias***

*Brealey, Richard A., Stewart C. Myers y Alan J. Marcus,* 1996, Principios de Dirección Financiera, McGraw-Hill (Capítulos 10)

*Brealey, Richard A. y Stewart C. Myers,* 1996, Fundamentos de Financiación Empresarial, McGraw-Hill (Capítulo 8)

*Fama, Eugene F. and Kenneth R. French,* 2004, The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence.

*Jensen, M. C., Editor,* 1972, Studies in the Theory of Capital Markets, F. A. Praeger Inc., New York

*Markowitz, Harry M.,* 1954, Portfolio Selection, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey

*Pascale, Ricardo,* 1992, Decisiones Financieras, Ediciones Macchi, Buenos Aires (Capítulo 9)

*Sharpe, William F.* 1978, Investment, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey

*Ross, Stephen A.* 1976, The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing, Journal of Economic Theory, 13, December

*Chen, N-F, R. Roll y Stephen A. Ross,* 1986, Economic Forces and the Stock Market, Journal of Business, 59, July, 1986

En Internet:

1. Explicación del CAPM a nivel intermedio:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Capital_asset_pricing_model>

1. La página del Profesor Aswath Damodaran es muy interesante:

<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

***3. El Costo de Capital***