El Modelo CAPM Para Distintos Horizontes de Tiempo

Viviana Fernández*

Resumen

En este trabajo nos centramos en la estimación del modelo CAPM, para distintos horizontes de tiempo, con información de la Bolsa de Comercio de Santiago. Nuestra muestra comprende 24 acciones que fueron activamente transadas en el período 1997-2002. Concluimos que el CAPM tiene un mayor valor de predicción en el mediano plazo. Por otra parte, analizamos el efecto de la dimensional temporal sobre el cálculo del valor en riesgo (VaR) de un portafolio de activos. Concluimos que el VaR depende del horizonte temporal del inversionista. En efecto, en el corto plazo, las pérdidas potenciales son mayores que en el largo plazo. Nuestros resultados están en la línea de investigación reciente en el área de valoración de activos que resalta la importancia de la heterogeneidad de los inversionistas.

Palabras Clave: Wavelets; CAPM; valor en riesgo.

1. Introducción

El modelo de valoración de activos (CAPM) establece que el premio por riesgo de un activo es igual a su beta multiplicado por el premio por riesgo del portafolio de mercado. El beta mide el grado de co-movimiento entre el retorno del activo y el retorno del portafolio de mercado (el IPSA, por ejemplo). Sin embargo, en los últimos años, el CAPM ha sido cuestionado por varios estudios empíricos. Por ejemplo, Fama y French (2002) anunciaron la "muerte" del beta. Sobre la base de una muestra para 1963-1990, los autores concluyeron que el beta tiene un bajo valor de predicción del retorno de una acción. Otros

*Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile. La autora pertenece al Centro de Gestión (CEGES) y al Centro de Economía Aplicada (CEA), ambos del DII. E-mail: vfernand@dii.uchile.cl. Dirección postal: Avenida República 701. Santiago-Chile.

factores, tales como la razón bolsa/libro y el tamaño de la firma, resultaron ser más relevantes a la hora de explicar los retornos accionarios.

Kothari y Shanken (1998) concluyen, sin embargo, que los resultados de Fama y French dependen, en gran medida, de la utilización de datos mensuales. Kothari y Shanken argumentan que el uso de retornos anuales para la estimación de los betas ayuda a soslayar problemas de medición causados por transacciones asincrónicas, estacionalidad en los retornos y fricciones de mercado. Sobre la base de retornos anuales para el período 1927-1990, Kothari y Shanken concluyen que los betas son estadísticamente significativos y que otras variables, tal como el tamaño de la empresa, son marginales al momento de explicar los retornos accionarios.

Simultáneamente, otros autores han trabajado en extensiones teóricas del CAPM: el CAPM con impuestos, que toma en consideración el hecho de que los inversionistas tienen que pagar mayores impuestos por aquellas acciones que entregan una alta rentabilidad en dividendos y, por tanto, exigen rentabilidades, antes de impuestos, mayores; el CAPM inter-temporal, que considera un escenario de múltiples períodos; el CAPM de consumo, que establece que los retornos de los activos financieros están altamente correlacionados con el producto agregado, en la medida que los inversionistas se preocupan de suavizar su patrón de consumo durante las contracciones económicas; el modelo de precios de activos internacionales (IAPM), que establece las condiciones bajo las cuales los mercados de capitales estarán en equilibrio (véase Megginson, 1997, para una discusión acabada).

Otro tópico que ha cobrado interés en la literatura empírica del CAPM, y que se relaciona con este trabajo, es el de betas y premios por riesgo cambiantes en el tiempo. Típicamente, los modelos utilizados para tales efectos son aquellos de volatilidad autorregresiva condicionada (GARCH y GARCH-en-media). Un enfoque alternativo, pero prometedor, es el de las "ondas cortas"(wavelets). Las ondas cortas posibilitan descomponer las series históricas en componentes ortogonales, cuyas frecuencias tienen una dimensión temporal. Ello permite cuantificar el grado de correlación entre series financieras, para distintos horizontes de tiempo.

Investigación reciente en el área de valoración de activos toma en consideración la heterogeneidad de los horizontes de tiempo en los mercados financieros. Tal como lo señalan Connor y Rossiter (2005) para el mercado de commodities, los inversores de largo plazo se concentrarán en los fundamentos de los precios, mientras que los inversores de corto plazo reaccionarán a nueva información en un lapso de tiempo corto. Por lo tanto, la dinámica del mercado será el resultado de la interacción de los agentes con distintos horizontes temporales. Es por ello que el enfoque de ondas cortas es una herramienta poderosa para modelar dicha interacción.

En este trabajo, calculamos el beta para una muestra de 24 acciones activamente transadas en la Bolsa de Comercio de Santiago en el período 1997-2002. Definimos dichas acciones como aquellas con una presencia bursátil, promedio del período, mayor o igual a un 87 por ciento. Para un horizonte de 16-32 días, encontramos que el beta promedio fue de 0.75, mientras que para un horizonte de 64-128 días el beta promedio alcanzó a 0.97. Estos cálculos sugieren que el CAPM tiene un mayor valor de predicción en el mediano plazo.

La técnica de ondas cortas también permite relacionar el valor en riesgo de un portafolio y el horizonte de tiempo. La variación de corto plazo de una serie corresponde al componente de detalle (alta frecuencia), mientras que el componente de más largo plazo, al de más baja frecuencia. De acuerdo a ello, el valor en riesgo es mayor para el componente de corto plazo porque éste presenta una mayor volatilidad. A modo de ejemplo, si construimos un portafolio con las 24 acciones antes mencionadas, y con iguales ponderaciones, la mayor parte del riesgo proviene de la variación de corto plazo en el valor del portafolio (30 por ciento).

2. Conceptos preliminares

2.1. El modelo CAPM

El modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) establece que la tasa de retorno de equilibrio de todos los activos riesgosos es una función de su covarianza (co-movimiento) con el portafolio de mercado (aquel que reúne a todos los activos riesgosos de la economía). En términos matemáticos, el CAPM dice que el retorno esperado, que se exige a cualquier activo riesgoso, viene dado por:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i \, E(R_m - R_f) \tag{1}$$

donde R_i es el retorno del activo i, R_f es la tasa libre de riesgo, R_m es el retorno del portafolio de mercado, y $\beta_i = \frac{Cov(R_i,R_m)}{Var(R_m)}$ es el beta del activo. (Cov y Var denotan covarianza y varianza, respectivamente).

El término $(E(R_m) - R_f)$ se denomina premio por riesgo de mercado. Ello, porque representa el retorno, por sobre la tasa libre de riesgo, que demandan los inversionistas para mantener el portafolio de mercado.

La ecuación (1) se puede re-escribir como sigue:

$$E(R_i) - R_f = \beta_i \, E(R_m - R_f) \tag{2}$$

Esta representación nos dice que el premio por riesgo de un activo es igual a su beta, multiplicado por el premio por riesgo del mercado.

La versión contrastable empíricamente de la ecuación 2 viene dada por:

$$R_i - R_f = \alpha_i + \beta_i (R_m - R_f) + \varepsilon_i \tag{3}$$

en donde ε_i captura aquella porción del riesgo de un activo individual que es diversificable. Esto es, aquel que se puede eliminar cuando se cuenta con una cartera con un número suficientemente grande de activos.

2.2. Ondas cortas (wavelets)

El análisis de wavelets es un refinamiento del análisis de Fourier, que se desarrolló hacia el final de la década de 1980. Este ofrece la posibilidad de descomponer señales, imágenes y otro tipo de datos. Las ondas cortas son funciones similares a las funciones seno y coseno, en cuanto a que también oscilan en torno a cero. Sin embargo, tal como su nombre lo indica, las oscilaciones de una onda corta se desvanecen rápidamente en la proximidad de cero, y tienen una localización temporal.

En el área de finanzas, las ondas cortas se han utilizado para cuantificar la correlación existente entre los precios de los activos financieros, para distintos horizontes de tiempo. Referencias recientes en esta área son Gençay, Whitcher y Selçuk (2005), Connor y Rossiter (2005), Lin y Stevenson (2001), Ramsey y Lampart (1998) y Ramsey (2002).

3. Descripción de los datos y estimaciones

En esta sección, nos centramos en la estimación del CAPM para distintos horizontes de tiempo, para aquellos activos que se transaron regularmente en la Bolsa de Comercio de Santiago. En particular, escogimos aquellas acciones que se transaron, al menos, el 85 por ciento de los días hábiles comprendidos en la muestra (enero 1997-septiembre 2002). El Cuadro 1 presenta estadígrafos descriptivos para las 24 acciones escogidas. Utilizamos el Índice de Precios Selectivo de Acciones (IPSA) y la tasa nominal a 30 días, como una aproximación del portafolio de mercado y de la tasa libre de riesgo, respectivamente.

Acción	Días transados	Promedio	Mediana	Dev. Std	1ercuartil	3ercuartil	Exceso de curtosis
BESALCO	89 %	-0.001	0.000	0.023	-0.007	0.000	16.8
CAP	95 %	-0.001	0.000	0.020	-0.011	0.008	3.9
CERVEZAS	88 %	0.000	0.000	0.022	-0.007	0.007	13.0
CGE	93 %	-0.001	0.000	0.029	-0.015	0.010	2.8
CMPC	100 %	0.000	0.000	0.015	-0.008	0.006	2.3
COLBUN	99 %	0.000	0.000	0.022	-0.001	0.000	3.0
COPEC	100 %	0.000	0.000	0.018	-0.009	0.009	2.8
CTC-A	100 %	-0.001	0.000	0.021	-0.012	0.009	5.7
CUPRUM	96 %	0.000	0.000	0.019	-0.006	0.006	7.2
CHILECTRA	92 %	-0.001	0.000	0.017	-0.008	0.005	7.0
D&S	98 %	0.000	0.000	0.024	-0.010	0.010	12.7
ENDESA	100 %	-0.001	0.000	0.019	-0.010	0.009	8.5
ENERSIS	100 %	-0.001	0.000	0.021	-0.011	0.009	4.1
ENTEL	100 %	0.000	0.000	0.020	-0.011	0.009	3.1
FALABELLA	99 %	0.000	0.000	0.019	-0.010	0.009	4.9
GASCO	89 %	0.000	0.000	0.017	-0.002	0.003	5.1
IANSA	99 %	-0.001	0.000	0.025	-0.015	0.003	3.5
LAN	86 %	0.000	-0.001	0.014	-0.007	0.006	6.3
MASISA	94 %	-0.001	0.000	0.022	-0.010	0.009	3.9
ORO BLANCO	93 %	-0.001	0.000	0.029	-0.015	0.010	2.8
PARIS	93 %	0.000	0.000	0.019	-0.010	0.007	6.4
SAN PEDRO	98 %	0.000	0.000	0.016	-0.006	0.007	5.1
SM-CHILE B	97 %	0.000	0.000	0.022	-0.001	0.000	14.1
SQM-B	89 %	-0.001	0.000	0.023	-0.010	0.009	34.8
IPSA (Mercado)	100 %	0.000	-0.001	0.013	-0.007	0.006	6.2

Cuadro 1: Estadígrafos descriptivos de los retornos por sobre la tasa libre de riesgo

Dado que trabajamos con información diaria, las escalas de las wavelets son tales que: la escala 1 se asocia con las fluctuaciones de 2-4 días de una serie de datos, la escala 2 con las fluctuaciones de 4-8 días, la escala 3 con las fluctuaciones de 8-16 días, la escala 4 con las fluctuaciones de 16-32 días, la escala 5 con las fluctuaciones de 32-64 días, y la escala 6 con las fluctuaciones de 64-128 días. La escala 7 corresponde a la dinámica de 128-256 días, esto es, aproximadamente, un año.

Para fines ilustrativos, el gráfico 1 muestra la variación del retorno del portafolio de mercado, por sobre la tasa libre de riesgo, en las escalas 1 y 6. D1 y D6–que, en el lenguaje de las wavelets, se denominan cristales reconstruidos–describen los movimientos de alta frecuencia (corto plazo) y de más baja frecuencia (más largo plazo)

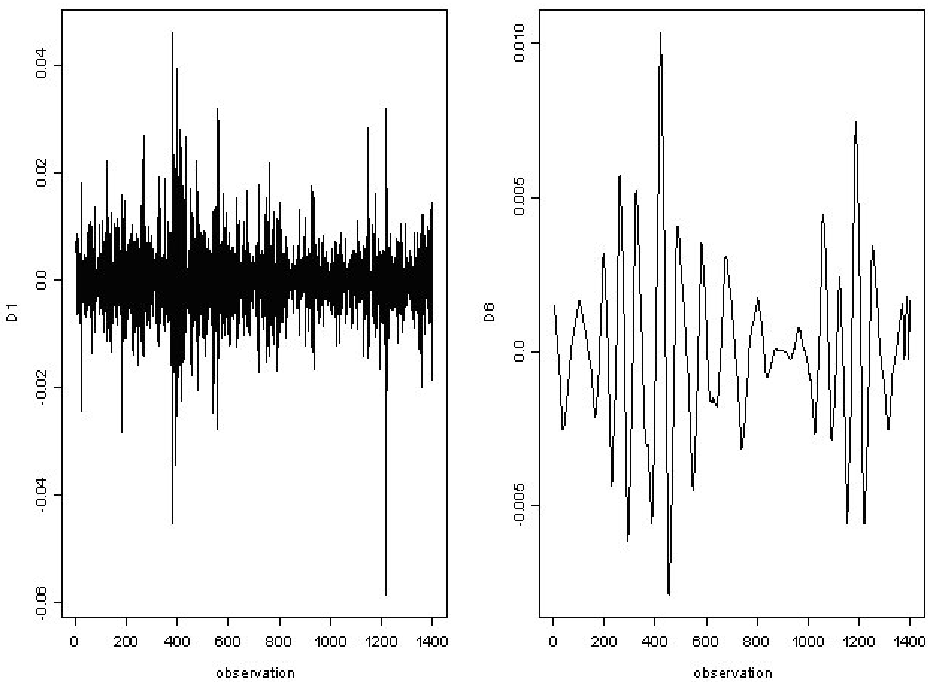

Figura 1: Cristales reconstruidos D1 y D6 del portafolio de mercado, IPSA

El Cuadro 2 muestra nuestros cálculos de los betas para cada acción, para cada una de las escalas temporales ya definidas. Como vemos, la relación entre el retorno del activo y del IPSA se vuelve más fuerte entre mayor sea el horizonte de tiempo.

Esto se ilustra en el Gráfico 2, en donde el cristal reconstruido de CAP se grafica con respecto al cristal reconstruido correspondiente del IPSA: La asociación lineal entre las dos variables es particularmente fuerte en las escalas 2 y 3. Ello evidencia que la fracción de riesgo sistemático, contenido en un activo individual, tiene una mayor asociación con las frecuencias menores del portafolio de mercado (esto es, con la variación de mediano plazo del mercado).

Una aplicación de nuestros resultados es el cálculo del premio por riesgo del portafolio de mercado. Es decir, cuánto más rentó el IPSA que la tasa libre de riesgo. Para el período de la muestra, el premio por riesgo fue nega-

	Beta para cada escala temporal						**R^2 para cada escala temporal**					
Acción	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
BESALCO	0.281	0.230	0.400	0.535	0.684	1.494	0.036	0.025	0.049	0.075	0.200	0.364
CAP	0.554	0.607	0.773	0.736	0.577	0.721	0.121	0.170	0.316	0.277	0.284	0.296
CERVEZAS	0.283	0.628	0.931	1.074	0.926	1.058	0.032	0.151	0.328	0.346	0.553	0.565
CGE	0.116	0.222	0.231	0.282	0.612	0.486	0.012	0.058	0.077	0.080	0.354	0.288
CMPC	0.516	0.577	0.733	0.549	0.754	0.841	0.168	0.246	0.356	0.246	0.400	0.560
COLBUN	0.600	0.480	0.574	0.459	0.471	0.508	0.087	0.089	0.182	0.147	0.185	0.464
COPEC	0.894	0.846	0.937	0.779	0.872	1.037	0.354	0.388	0.423	0.392	0.513	0.670
CTC-A	1.259	1.358	1.355	1.209	1.330	1.084	0.551	0.613	0.649	0.663	0.802	0.781
CUPRUM	0.298	0.417	0.562	0.893	0.914	1.019	0.038	0.105	0.151	0.264	0.373	0.566
CHILECTRA	0.739	0.726	0.925	0.837	0.803	1.031	0.307	0.339	0.513	0.503	0.488	0.661
D&S	0.899	0.913	0.945	1.335	1.208	1.331	0.204	0.265	0.295	0.498	0.667	0.741
ENDESA	1.192	1.197	1.097	1.060	0.987	1.095	0.533	0.655	0.553	0.593	0.625	0.857
ENERSIS	1.223	1.218	1.180	1.177	1.022	0.937	0.527	0.572	0.586	0.636	0.601	0.579
ENTEL	0.734	0.763	0.744	0.780	0.750	0.936	0.209	0.263	0.223	0.295	0.352	0.618
FALABELLA	0.701	0.845	0.761	0.792	0.904	1.106	0.187	0.319	0.331	0.350	0.476	0.680
GASCO	0.142	0.311	0.313	0.232	0.649	0.674	0.012	0.062	0.093	0.036	0.281	0.385
IANSA	0.914	0.988	0.968	0.848	0.856	0.956	0.170	0.275	0.292	0.249	0.288	0.563
LAN	0.151	0.325	0.553	1.023	0.963	1.347	0.006	0.031	0.064	0.250	0.275	0.434
MASISA	0.466	0.560	0.707	0.944	0.975	1.317	0.074	0.144	0.192	0.352	0.476	0.673
ORO BLANCO	0.572	0.750	0.813	0.626	0.534	0.760	0.054	0.120	0.161	0.148	0.163	0.386
PARIS	0.522	0.699	0.757	0.795	1.032	1.202	0.122	0.242	0.312	0.366	0.571	0.587
SAN PEDRO	0.203	0.486	0.540	0.408	0.675	0.871	0.023	0.168	0.243	0.182	0.450	0.671
SM-CHILE B	0.314	0.194	0.201	0.327	0.380	0.333	0.027	0.016	0.021	0.064	0.121	0.156
SQM-B	0.860	0.988	0.992	0.920	1.179	1.088	0.211	0.339	0.339	0.370	0.549	0.589
Promedio	**0.601**	**0.680**	**0.750**	**0.776**	**0.836**	**0.968**	**0.169**	**0.236**	**0.281**	**0.308**	**0.419**	**0.547**
Dev. Std	**0.347**	**0.324**	**0.291**	**0.300**	**0.238**	**0.286**	**0.171**	**0.182**	**0.173**	**0.178**	**0.175**	**0.170**

Cuadro 2: Beta calculado a partir de los cristales reconstruidos de cada acción y del IPSA

tivo, en promedio, e igual a -9.06 por ciento (base anual). En otras palabras, resultó más rentable invertir en papeles del Banco Central a 30 días o en depósitos bancarios a igual plazo, al menos en promedio. Los resultados se muestran a continuación:

Horizonte de tiempo	Premio por ciento (% anual)
2-4 días	$-0{,}126^{*}$
4-8 días	$-0{,}115^{**}$
8-16 días	$-0{,}126^{**}$
16-32 días	$-0{,}075$
32-64 días	$-0{,}002$
64-128 días	$-0{,}046$

Cuadro 3: Premio por riesgo de mercado para distintos horizontes

Nota: *: significativo al 5 por ciento; **: significativo al 10 %.

De las estimaciones, el premio por riesgo calculado que resulta más próximo al observado y que es estadísticamente significativo, según nuestros cálculos es

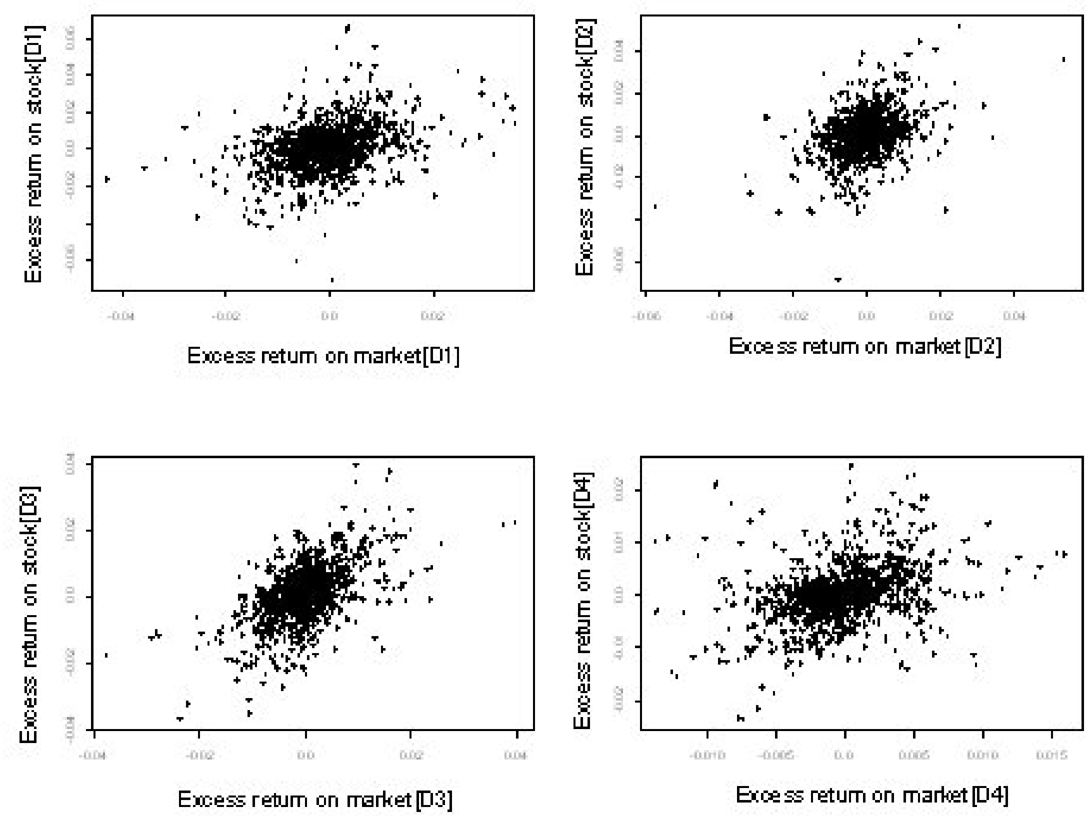

Figura 2: Cristales reconstruidos de CAP y del IPSA

el obtenido por la escala 2 (4-8 días).

4. Una aplicación al cálculo del valor en riesgo (VaR)

El valor en riesgo (VaR) se define como la máxima pérdida esperada, dado un horizonte de tiempo y un intervalo de confianza. Intenta proporcionar una cantidad, en dinero, que resuma el riesgo total de un portafolio de activos. Se ha convertido en una herramienta popular entre los administradores de fondos de inversiones e instituciones financieras. Aunque se utiliza comúnmente en los mercados financieros desarrollados, ha cobrado mayor relevancia en Chile sólo en los últimos años.

Utilizamos la ecuación (6), descrita en el apéndice, para obtener el valor en riesgo para cada escala de tiempo. Específicamente, el VaR en cada escala temporal se puede obtener al evaluar la ecuación (6) en la varianza del retorno del mercado, los betas de las k acciones y las varianzas de los términos de error que capturan el riesgo diversificable, para cada escala correspondiente.

El Cuadro 4 muestra nuestros cálculos. Primero, como habríamos esperado, el valor en riesgo decrece, en general, a medida que la escala temporal aumenta (frecuencias más bajas). Segundo, la contribución al riesgo total es mayor en las escalas menores (alta frecuencia). Esto quiere decir que la pérdida potencial, para un horizonte de un día, es mayor cuando nos centramos en las fluctuaciones de más corto plazo de los retornos. En términos simples, tenemos más oportunidades de ganar dinero, al invertir en acciones, en el mediano y largo plazo.

Horizonte de tiempo	VaR al 95 % (pesos)	Contribución al VaR (%)
2-4 días	0.010	30.04
4-8 días	0.009	25.73
8-16 días	0.008	17.89
16-32 días	0.006	10.68
32-64 días	0.005	7.20
64-128 días	0.005	8.45
Total		99.99

Cuadro 4: Valor en riesgo (VaR) para diferentes horizontes de tiempo

Nota: El VaR representa la pérdida potencial, a un horizonte de un día y a un 95 por ciento de confianza, para una inversión de $1.

$$\text{minimizar} \sum_{\{(i,j)\in Ac\}} g_{ij}\left(x_{ij}, p_i, p_j\right)$$

5. Conclusiones

El modelo CAPM establece que el premio por riesgo de un activo es igual a su beta multiplicado por el premio por riesgo del portafolio de mercado. El beta mide el grado de co-movimiento entre el retorno del activo financiero y el retorno del portafolio de mercado. En los últimos años, el modelo CAPM, en su versión original, ha sido cuestionado por varios estudios empíricos.

Una corriente de la literatura ha permitido que el beta, el premio por riesgo del mercado, o ambos, varíen en el tiempo. Típicamente, los modelos utilizados por esta vertiente son los de volatilidad condicional (GARCH y GARCH en media). Una corriente alternativa y que es la utilizada en este estudio es el análisis de wavelets u ondas cortas. Este constituye una herramienta poderosa para descomponer series temporales en componentes ortogonales, con distintas frecuencias. Cada una de ellas tiene una locación en el tiempo, lo cual posibilita cuantificar las correlaciones entre series financieras para distintos plazos.

En este trabajo nos centramos en la estimación del modelo CAPM, para distintos horizontes de tiempo, con información de la Bolsa de Comercio de Santiago. Nuestra muestra comprende 24 acciones que fueron activamente transadas en el período 1997-2002. Concluimos que el CAPM tiene un mayor valor predictivo en el mediano plazo. Por otra parte, analizamos el efecto de la dimensional temporal sobre el cálculo del valor en riesgo (VaR) de un portafolio de activos. Concluimos que el riesgo se concentra, en una mayor proporción, en el más corto plazo.

Referencias

[1] Connor, J. y R. Rossiter (2005): "Wavelet Transforms and Commodity Prices,"Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics, 9(1), Artículo 6.

[2] Fama, E. y K. French (1992), "The Cross-section of Expected Returns."Journal of Finance 47, páginas 427-465.

[3] Gençay R., B. Whitcher y F. Selçuk ((2005): "Multiscale Systematic Risk,"Journal of International Money and Finance 24(1), páginas 55-70.

[4] Kothari, S. y J. Shanken (1998), "On defense of beta."The Revolution in Corporate Finance. J. Stern y D. Chew, editores. Tercera edición, páginas 52-57.

[5] Megginson, W. (1997), Corporate Finance Theory. Addison-Wesley Educational Publishers Inc.

[6] Lin, Shinn-Juh y M. Stevenson (2001), "Wavelet Analysis of the Cost-of-Carry Model", Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics 5(1), páginas 87-102.

[7] Ramsey J. y C. Lampart (1998), "The Decomposition of Economic Relationships by Time Scale Using Wavelets: Expenditure and Income,"Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics 3(1), páginas 23-42.

[8] Ramsey, J. (2002), "Wavelets in Economics and Finance: Past and Future."Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics 6(3), 1-29.

Apéndice: Derivación de la fórmula de VaR

Sabemos de la ecuación 3 que:

$$R_i - R_f = \alpha_i + \beta_i(R_m - R_f) + \varepsilon_i \qquad i = 1 \dots k \tag{4}$$

Por lo tanto, la varianza del retorno del activo i, por sobre la tasa libre de riesgo, y la covarianza de dicho retorno con el del activo j vienen dados, respectivamente por:

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_\varepsilon^2 \qquad i = 1 \dots k$$

$$\sigma_{ij} = \beta_i \beta_j \sigma_m^2$$

donde $E(\varepsilon_i^2) = \sigma_{\varepsilon_i}^2$ y $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0, \forall i \neq j$ ("E"indica valor esperado).

En consecuencia, la matriz que reúne a las varianzas y covarianzas de los retornos de los activos, por sobre la tasa libre riesgo, viene dada por:

$$\Omega = \beta\beta' \sigma_m^2 + E \tag{5}$$

en donde $\beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix}$ y $\mathbf{E} = \begin{pmatrix} \sigma_{\varepsilon_1}^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_{\varepsilon_2}^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_{\varepsilon_k}^2 \end{pmatrix}$

En particular, el VaR al $(1-\alpha)$ por ciento de confianza de un portafolio de k activos viene dado por:

$$VaR(\alpha) = V_0 l(\alpha) \sqrt{\omega'(\beta\beta'\sigma_m^2 + \mathbf{E})\omega} \tag{6}$$

donde ω es un vector $k \times 1$ que reúne a las ponderaciones de los activos en el portafolio, V_0 es el valor inicial del portafolio, y $l(\alpha) = \Phi^{-1}(1-\alpha)$, donde $\Phi(.)$ es la densidad acumulada de una distribución normal estándar.

Para un portafolio conformado por activos en iguales proporciones, esto es, $\omega_i = 1/k$, el VaR se reduce a:

$$VaR(\alpha) = V_0 l(\alpha) \sqrt{\sigma_m^2 \left(\sum_{i=1}^{k} \beta_i / k \right)^2 + \frac{1}{k^2} \sum_{i=1}^{k} \sigma_{\varepsilon_i}^2} \tag{7}$$

A medida que el número de activos en el portafolio crece, se tiene que $VaR(\alpha) \approx V_0 l(\alpha)\sqrt{\sigma_m^2 \left(\sum_{i=1}^{k} \beta_i / k\right)^2}$. Esto es, para un portafolio bien diversificado, el valor en riesgo depende exclusivamente del riesgo sistemático de los activos.