

Informe Final R para finanzas

Agustín Sanhueza, Roberto Beltrán & Ariel Villalobos

27-06-2021

Introducción

Nuestra investigación se centra en responder dos preguntas. La primera es si **¿se cumple el modelo CAPM en Chile?** La segunda es saber si **¿hubo un cambio estructural en los parámetros del modelo, antes y después del estallido social?**

Este modelo es ampliamente usado por las firmas y tiene fuertes supuestos que tratan de establecer cuál es el costo de capital de estas. Creemos importante estudiar este modelo en el periodo que lo haremos, dado que sería un estudio actualizado el cual nos podría decir si esta es la manera correcta de valorar los activos, o si hay que ver otros modelos como APT agregando variables macroeconómicas. Adicionalmente podríamos dar ciertas luces de si estallidos sociales y otros shocks importantes en la economía, generan cambios importantes en la correcta valoración de los activos.

Revisión de Literatura

El modelo CAPM ha sido estudiado en el país mediante distintos métodos y ventanas de tiempo. La evidencia del cumplimiento de este modelo en Chile es mixta. (Higueras & Contreras, 2012) presentan evidencia a favor, (González, 2019) presenta evidencia en contra. Para esta investigación nos basamos en una de las metodologías que usaron (Higueras & Contreras, 2012), la que se detallará en la sección de “Descripción del modelo”. Nuestro portafolio de mercado se construye a partir de una ponderación (equivalente) de las acciones que fueron la mayor parte del tiempo parte del IPSA en el periodo que analizaremos. Esta metodología de construir el portafolio se justifica en (Fama, 2006). Finalmente, estimaremos el modelo con frecuencia mensual, esto se justifica en (Damodaran, 2002). Básicamente queremos evitar usar retornos en frecuencias diarias para evitar efectos “días de semana” que confundan nuestras estimaciones. Tampoco usamos frecuencias trimestrales o superiores dado que nos quedaríamos con pocos grados de libertad.

Metodología

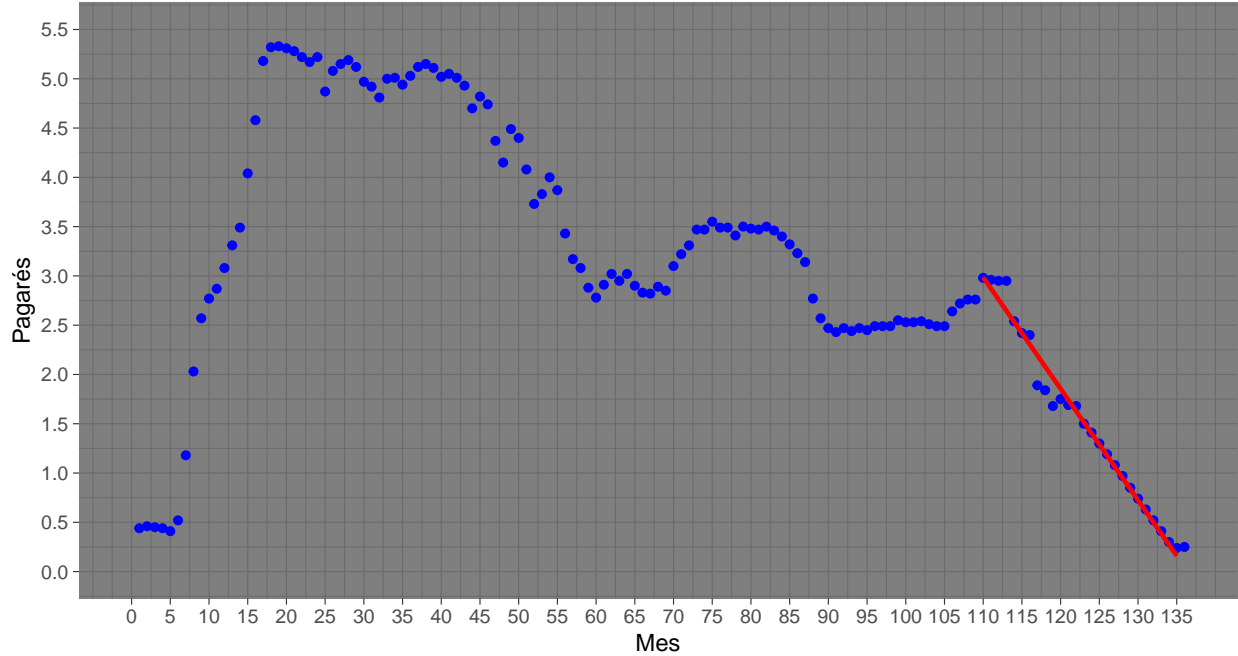
Datos

La tasa libre de riesgo en nuestro estudio son los pagarés descontables del banco central a 30 días, los que fueron obtenidos a través de su página institucional. Los precios de las distintas acciones los conseguimos desde Yahoo finance, luego calculamos los retornos y los usamos en el modelo. La ventana de tiempo de nuestro análisis es desde Enero del 2010, hasta Abril de 2021 (136 meses de precios, y 135 de retornos). Creemos que la ventana de tiempo de 18 meses post estallido es suficiente para calcular si existe un cambio estructural. Como adelantamos en la sección anterior, nuestro “portafolio de mercado” se construiría con el método de Fama. Con el fin de observar qué tan robustos son los resultados, usamos el IPSA entregado por el BC como un portafolio de mercado alterativo.

A continuación mostramos cómo se distribuye las tasas de interés de los pagarés descontables del BC a 30 días, en función del mes en que se encuentre (Mes 1 = Enero 2010)

Evolución pagarés descontables BC a 30 días

Enero 2010 – Abril 2021



Elaboración Propia

Vimos que en el Mes 36 (Dic 2012) había un valor faltante, por lo que “imputamos” el promedio simple entre el Mes 35 y 37. Este problema de valor faltante también lo observamos entre los meses 124 y 134, por lo que le imputamos a esos valores faltantes, los valores predichos de una regresión lineal entre los meses 110 y 136, que muestran una cierta tendencia hacia a la baja, y que consideramos una buena aproximación a lo que hubiese sido la tasa de interés en esos meses.

Descripción del modelo

El modelo económico subyacente, es el modelo de valoración de activos de Sharpe-Lintner.

La ecuación de CAPM es:

$$E[R_i] = R_f + \beta_i(E[R_m] - R_f) \quad (1)$$

$$E[R_i] - R_f = \beta_i(E[R_m] - R_f) \quad (2)$$

Se define

$$\alpha = E[R_i] - R_f - \beta_i(E[R_m] - R_f)$$

En la literatura este α se conoce como el “Alfa de Jensen”. Si se cumple CAPM entonces $\alpha = 0$. Lo que significaría que los activos no están sobre o subvalorados, dado que están en equilibrio (no existe oportunidad de arbitraje). Si $\alpha > 0$ se dice que el activo está subvalorado, si $\alpha < 0$ se dice que el activo está sobrevalorado.

Fijémonos en la ecuación (2). Definimos $E[R_i] - R_f$ (premio por riesgo del activo i) como variable dependiente, y $E[R_m] - R_f$ (premio por riesgo del mercado) como variable independiente. Al correr la regresión por MCO, el coeficiente de la pendiente sería el Beta de ese activo i. Si se cumpliera CAPM, deberíamos observar que la constante (α) es igual a 0, estadísticamente hablando. Esto se cumple si el P-Value de la constante es mayor a 0.05 (nivel de significancia estándar).

Este modelo tiene una serie de fuertes supuestos, tales como; Los inversionistas son aversos al riesgo, tienen expectativas homogéneas, todos tienen acceso a los mismos activos con y sin riesgo. Los activos son divisibles y están disponibles para transarse a todo agente. Existe un mercado sin fallas (agentes tomadores de precios, información perfecta), no hay costos de transacción, tampoco impuestos, entre otros. El fin de esta

investigación no es centrarse en los supuestos, que por supuesto son criticables, nuestro objetivo es ver si este modelo se cumple en las empresas que analizaremos, discutiendo sus limitaciones.

Para poder testear si hubo o no un quiebre estructural en los parámetros del modelo antes y después del estallido social (Mes 118), aplicamos un test de Chow.

Siendo $y_{i,t}$ el premio por riesgo del activo i en el mes t , y x_t el premio por riesgo del mercado en el mes t . A partir del siguiente modelo:

$$y_{i,t} = \alpha + \beta x_t$$

Construimos dos estimaciones en función del punto de quiebre.

$$y_{i,t} = \alpha_0 + \beta_0 x_t \quad \text{si } t < 118$$

$$y_{i,t} = \alpha_1 + \beta_1 x_t \quad \text{si } t \geq 118$$

La hipótesis nula del test es que no hay quiebre estructural, es decir: $\alpha_0 = \alpha_1$ y $\beta_0 = \beta_1$

$$Chow = \frac{(SSR - SSR_1 - SSR_2)/k}{(SSR_1 + SSR_2)/(N - 2k)} \sim F_{k, (N-2k)} \quad (3)$$

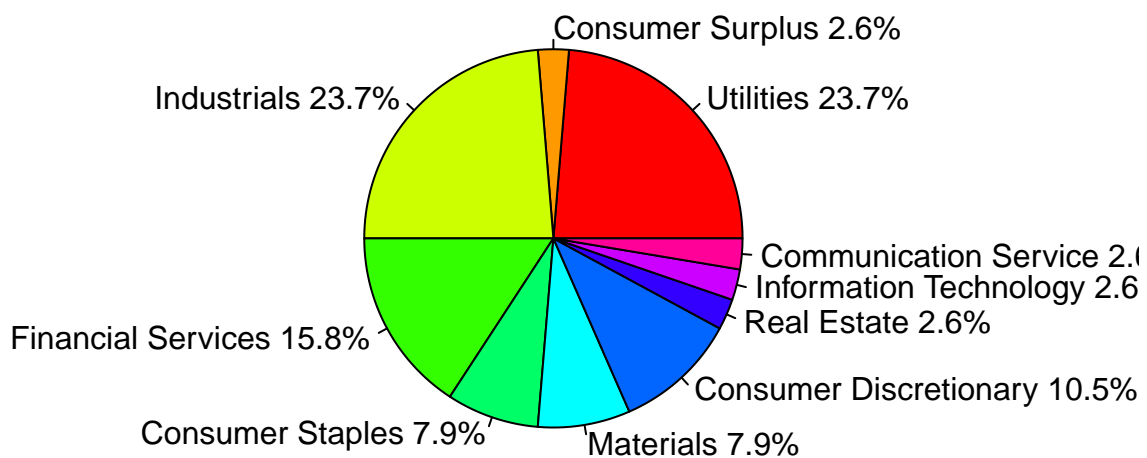
Donde SSR es la suma de los residuos al cuadrado del modelo completo, y SSR_i es la suma de los residuos al cuadrado antes y después del quiebre respectivamente. N es el número de observaciones (135 meses de retornos observados), y k el número de parámetros a estimar, en este caso 2.

Si existe un quiebre estructural significa que la regresión en el modelo global, tendrá un peor poder predictivo que las regresiones en los modelos antes y después del quiebre. En el contexto de CAPM esto implicaría que es mejor estimar el valor de los activos de manera separada si existe un quiebre, y de manera conjunta si no. En caso de que estimásemos el modelo global cuando existe un quiebre estructural, estamos valorando un activo suponiendo que los parámetros antes y después del quiebre son los mismos, esto nos puede llevar a valorar un activo de una manera que está alejada de la realidad, llevándonos a equívocos al momento de calcular el costo de capital.

Resultados

A continuación mostramos la distribución de los sectores de las 38 empresas que usamos en nuestro estudio.

Distribución de Sectores



Los sectores fueron definidos siguiendo al GICS (Global Industry Classification Standard)

A continuación mostramos los resultados del cumplimiento del modelo CAPM y si es que hubo o no un quiebre estructural en octubre de 2019 en los parámetros del modelo.

Empresa	Beta	P-Value Constante	CAPM	Valoración (Alfa de Jensen)	P-Value Test de Chow	Quiebre Estructural (Octubre 2019)	Sector
AES Gener S.A.	0.9948	0.042	✗	Sobrevalorado	0.845	✗	Utilities
Aguas Andinas S.A.	0.99044	0.008	✗	Sobrevalorado	0.873	✗	Utilities
Andina	0.99749	0.489	✓	Correcta	0.266	✗	Consumer Surplus
AntarChile S.A	1.00133	0.843	✓	Correcta	0.359	✗	Industrials
Banco Santander-Chile	1.00129	0.608	✓	Correcta	0.244	✗	Financial Services
Banco de Chile	0.99891	0.985	✓	Correcta	0.886	✗	Financial Services
Banco de Crédito e Inversiones	1.00068	0.485	✓	Correcta	0.39	✗	Financial Services
Besalco	1.01034	0.048	✗	Subvalorado	0.827	✗	Industrials
CCU	0.99723	0.741	✓	Correcta	0.568	✗	Consumer Staples
Cap	1.01249	0.08	✓	Correcta	0.295	✗	Materials
Cencosud	1.00778	0.043	✗	Sobrevalorado	0.535	✗	Consumer Discretionary
Cmpc	1.0028	0.489	✓	Correcta	0.575	✗	Materials
Coca-Cola Embonor S.A	0.99668	0.478	✓	Correcta	0.755	✗	Consumer Staples
Colbun	0.99714	0.295	✓	Correcta	0.044	✓	Utilities
Conchatoro	0.99717	0.385	✓	Correcta	0.725	✗	Consumer Staples
Empresas Copec S.A	1.00147	0.709	✓	Correcta	0.28	✗	Industrials
Enel Chile	0.99718	0.426	✓	Correcta	0.004	✓	Utilities
Enel Generacion Chile	0.99241	0.048	✗	Sobrevalorado	0.475	✗	Utilities
Enelam	0.99572	0.142	✓	Correcta	0.769	✗	Utilities
Engie Energia Chile S.A	0.99847	0.518	✓	Correcta	0.003	✓	Utilities
Enic	1.00299	0.9996	✓	Correcta	0.099	✗	Utilities
Entel	0.99267	0.055	✓	Correcta	0.169	✗	Communication Service
Falabella S.A	1.0022	0.478	✓	Correcta	0.036	✓	Consumer Discretionary
Forus	0.99802	0.948	✓	Correcta	0.346	✗	Consumer Discretionary
Grupo Security S.A	0.99935	0.861	✓	Correcta	0.563	✗	Financial Services
Inversiones Aguas Metropolitanas S.A	0.99249	0.003	✗	Sobrevalorado	0.37	✗	Utilities
Inversiones La Construcción S.A	0.99348	0.121	✓	Correcta	0.444	✗	Financial Services
Itaú Corpbanca	0.99906	0.597	✓	Correcta	0.074	✗	Financial Services
Latam	0.99365	0.289	✓	Correcta	0.011	✓	Industrials
Paraucó	0.99712	0.648	✓	Correcta	0.255	✗	Real Estate
Quiñenco	1.00318	0.264	✓	Correcta	0.495	✗	Industrials
Ripley	1.00225	0.733	✓	Correcta	0.798	✗	Consumer Discretionary
SalfaCorp S.A.	1.01089	0.042	✗	Subvalorado	0.983	✗	Industrials
Sigdo Koppers S.A	1.00251	0.269	✓	Correcta	0.376	✗	Industrials
Sociedad Matriz Saam	1.00027	0.84	✓	Correcta	0.421	✗	Industrials
Sonda	0.99279	0.02	✗	Sobrevalorado	0.922	✗	Information Technology
Sqm	1.00634	0.107	✓	Correcta	0.208	✗	Materials
Vapores	1.01933	0.005	✗	Subvalorado	0.232	✗	Industrials

Hay que decir que el hecho de que exista un quiebre estructural en Octubre de 2019, no significa que este se haya debido exclusivamente al estallido social que ocurrió ese mes. También pudo haber contribuido la incertidumbre generada por la pandemia del coronavirus, la cuál captura unos 13 o 14 meses de nuestra ventana de tiempo.

En la siguiente tabla se muestra el número de empresas que tuvieron o no un quiebre estructural, y si se cumple en ellas el CAPM.

		CAPM		Total
		NO	SI	
Quiebre	NO	9	24	33
	SI	0	5	5
	Total	9	29	38

Podemos ver que de las 38 empresas, 76% cumple con CAPM y 87% no tuvo un quiebre estructural.

A continuación mostramos estadísticas descriptivas de los Betas, en función de si se cumple el modelo CAPM en ellas o no, lo mismo se muestra si es que hubo un quiebre estructural o no en octubre de 2019.

		Media	Mediana	Min	Max	N°
CAPM	NO	1.00125	0.9948	0.9904	1.0193	9
	SI	0.99963	0.9991	0.9927	1.0125	29
Quiebre	NO	1.00046	0.9994	0.9904	1.0193	33
	SI	0.99773	0.9972	0.9937	1.0022	5

Podemos observar que las empresas que no cumplen CAPM así como las que no tuvieron un quiebre estructural,

presentan betas promedios mayores. Esta relación se mantiene en la mediana de aquellas que tuvieron un quiebre estructural, y se invierte en aquellas que no cumplen CAPM.

Para observar qué tan robustos son nuestros resultados uno puede dirigirse a anexos, donde se observan los mismos cálculos de la tabla principal, solo que aplicando el método que llamamos “estándar”, usando el IPSA obtenido del BC como portafolio de mercado.

Conclusiones

En conclusión podemos decir que en un gran porcentaje el modelo CAPM se cumple, en la ventana de tiempo y metodología utilizadas. Lo mismo ocurre en la no existencia de un quiebre estructural. Sin embargo, estos resultados hay que tomarlos con cautela, debido a posibles sesgos e inconsistencias en la estimación. Al momento de estimar por MCO, asumimos implícitamente que la matriz de varianzas-covarianzas de los errores (típicamente definida como Ω que acompaña al término σ^2) es identidad, es decir que no hay heterocedasticidad o auto-correlación. Es posible que el activo i , este correlacionado con el activo j en el periodo t o $t-\gamma$ (con $1 < \gamma < 135$). Si esto ocurre habremos calculado el Beta de manera inconsistente, afectando la estimación de la constante y esta a su vez a la conclusión de si se cumple el CAPM en ese activo. Adicionalmente, podemos haber incurrido en algún error de variable relevante omitida si existen otras variables que afecten el premio por riesgo del activo, más allá del premio por riesgo del mercado, como variables macroeconómicas como sugieren los modelos de factores. Finalmente hay que decir que el Test de Chow que hicimos, solo evalúa si existe un cambio estructural en los parámetros del modelo completo. Si quisiésemos saber si existió un cambio estructural solo en alguno de los parámetros habría que usar otro test de quiebre.

Con esta investigación creemos que hemos aportado un buen análisis exploratorio de lo que es el modelo de CAPM estimado de una manera muy simple en el largo plazo. Los posibles problemas de heterocedasticidad y/o autocorrelación se podría solucionar con la matriz de varianza-covarianzas de Newey & West. Por el otro lado, el problema de variables relevantes omitidas se podría solucionar con modelos como APT (una extensión del modelo CAPM tradicional, que relaja los supuestos de competencia perfecta y no arbitraje). Estas soluciones se pueden aplicar en futuras investigaciones, tomando este trabajo como punto de partida.

Referencias

- [1] Higuera F & Contreras C. (2012). Contraste empírico del CAPM en el mercado accionario chileno \
- [2] González P. (2019) Eficiencia de mercado y aplicación de test de estacionariedad al modelo de valoración CAPM en el mercado bursátil chileno \
- [3] Fama E. (1976). Foundations of Finance. Basic Books Inc, New York. 1976. \
- [4] Damodaran A. (2002). Estimating Risk Parameters. New York: Stern School of Business.

Anexo

Empresa	Beta	P-Value Constante	CAPM	Valoración (Alfa de Jensen)	P-Value Test de Chow	Quiebre Estructural (Octubre 2019)	Sector
AES Gener S.A.	0.99411	0.023	✗	Sobrevalorado	0.822	✗	Utilities
Aguas Andinas S.A.	0.98972	0.004	✗	Sobrevalorado	0.729	✗	Utilities
Andina	0.99672	0.389	✓	Correcta	0.208	✗	Consumer Surplus
AntarChile S.A	1.00063	0.984	✓	Correcta	0.302	✗	Industrials
Banco Santander-Chile	1.00063	0.739	✓	Correcta	0.27	✗	Financial Services
Banco de Chile	0.99822	0.808	✓	Correcta	0.804	✗	Financial Services
Banco de Crédito e Inversiones	0.99993	0.632	✓	Correcta	0.494	✗	Financial Services
Besalco	1.0093	0.087	✓	Correcta	0.839	✗	Industrials
CCU	0.99654	0.618	✓	Correcta	0.656	✗	Consumer Staples
Cap	1.01148	0.116	✓	Correcta	0.352	✗	Materials
Cencosud	1.00706	0.06	✓	Correcta	0.498	✗	Consumer Discretionary
Cmpc	1.00218	0.556	✓	Correcta	0.428	✗	Materials
Coca-Cola Embonor S.A	0.99583	0.386	✓	Correcta	0.615	✗	Consumer Staples
Colbun	0.99645	0.198	✓	Correcta	0.022	✓	Utilities
Conchatoro	0.99647	0.28	✓	Correcta	0.529	✗	Consumer Staples
Empresas Copec S.A	1.00081	0.848	✓	Correcta	0.27	✗	Industrials
Enel Chile	0.995	0.234	✓	Correcta	0.002	✓	Utilities
Enel Generacion Chile	0.99168	0.034	✗	Sobrevalorado	0.366	✗	Utilities
Enelam	0.99508	0.077	✓	Correcta	0.593	✗	Utilities
Engie Energia Chile S.A	0.9977	0.405	✓	Correcta	0.002	✓	Utilities
Enic	1.00063	0.743	✓	Correcta	0.073	✗	Utilities
Entel	0.9919	0.042	✗	Sobrevalorado	0.136	✗	Communication Service
Falabella S.A	1.00147	0.597	✓	Correcta	0.07	✗	Consumer Discretionary
Forus	0.99711	0.92	✓	Correcta	0.465	✗	Consumer Discretionary
Grupo Security S.A	0.99857	0.705	✓	Correcta	0.58	✗	Financial Services
Inversiones Aguas Metropolitanas S.A	0.99176	0.002	✗	Sobrevalorado	0.23	✗	Utilities
Inversiones La Construcción S.A	0.99203	0.065	✓	Correcta	0.693	✗	Financial Services
Itaú Corpbanca	0.99829	0.482	✓	Correcta	0.132	✗	Financial Services
Latam	0.99279	0.252	✓	Correcta	0.025	✓	Industrials
Parauco	0.9964	0.506	✓	Correcta	0.226	✗	Real Estate
Quiñenco	1.00239	0.391	✓	Correcta	0.71	✗	Industrials
Ripley	1.00139	0.869	✓	Correcta	0.846	✗	Consumer Discretionary
SalfaCorp S.A.	1.00992	0.084	✓	Correcta	0.992	✗	Industrials
Sigdo Koppers S.A	1.00165	0.407	✓	Correcta	0.383	✗	Industrials
Sociedad Matriz Saam	0.99886	0.782	✓	Correcta	0.311	✗	Industrials
Sonda	0.992	0.015	✗	Sobrevalorado	0.795	✗	Information Technology
Sqm	1.00562	0.136	✓	Correcta	0.192	✗	Materials
Vapores	1.0185	0.008	✗	Subvalorado	0.335	✗	Industrials