

Cálculo del coeficiente Beta de una empresa industrial pesquera para la medida del riesgo sistemático

Calculation of the beta coefficient of an industrial fishing company for the measure of systematic risk

Christian R. Ramos A.¹; Wendy P. Rodríguez T.²

Resumen

En todo proyecto se debe calcular la tasa de descuento para hacer la evaluación económica y financiera. Para ello, se determina el costo de oportunidad que contiene, en el modelo de precios de los activos de capital (CAPM), el coeficiente β , el cual es difícil de encontrar en las bases de datos. La importancia del presente trabajo radica, precisamente, en determinar el valor del coeficiente β como una medida del riesgo sistemático en la empresa Austral Group. Para ello, se ha utilizado el precio de las acciones de la empresa Austral Group y el Índice General y Selectivo de la Bolsa de Valores de Lima. Esta acción ha permitido precisar que su valor está entre 1,2557 y 1,4344 y que, por tanto, el precio de la acción de la empresa es altamente sensible a los movimientos de mercado.

Palabras clave: coeficiente beta; precio de acción; índices bolsa de valores; mercado de valores; modelo CAPM.

Abstract

In every project the discount rate should be calculated to develop an economic and financial evaluation. For this reason we determine the opportunity cost that contains, within the pricing model of capital assets (CAPM), the coefficient β which is difficult to find in databases. The importance of this investigation relies precisely in the determination of the value of the coefficient β as a systematic risk measurement of the Austral Group Company. To this end we used the Austral Group stock price and the General and Selective Index of the Lima Stock Exchange. This action allowed us to determine that its value is between 1,2557 and 1,4344, therefore it means that the share price of the company is highly sensitive to market movements.

Keywords: beta coefficient; share price; stock market indices; stock market; CAPM model.

1. Introducción

En la evaluación de proyectos o en las inversiones, se utilizan indicadores dinámicos que nos permiten calcular la rentabilidad de las alternativas. Generalmente, se utiliza el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) para poder hacer la evaluación y tomar la mejor decisión de inversión. En el caso del VAN, se utiliza una tasa de interés llamada de descuento que permite actualizar los flujos netos de los periodos de evaluación de las opciones de inversión. En la determinación de la tasa de descuento, se utiliza el Costo de Capital promedio Ponderado (CCPP) que consiste en la suma del producto de las tasas de interés de los préstamos, con su respectiva participación en la inversión, más el costo de oportunidad del capital social por su participación en la inversión. En este caso, el costo de oportunidad del capital social se considera la rentabilidad que se está dejando de ganar por invertir en el proyecto. Una forma de calcular el costo de oportunidad de capital es a través del Modelo de Precios de los Activos de Capital (CAPM), el cual considera el riesgo sistemático que está relacionado con las fluctuaciones del mercado y la economía general y

que es medido por el coeficiente beta (β) tal como lo mencionan Dunn (2011) y Gardner (2010). Este costo de oportunidad es la rentabilidad que se espera tener; es la suma de una tasa libre de riesgo y una prima por riesgo, tal como se observa en la ecuación (1).

$$E(r_s) = r_f + p \quad (1)$$

Donde $E(r_s)$ es la rentabilidad esperada de un negocio, r_f es la tasa libre de riesgo, p es la prima por riesgo asociada a la inversión.

En la ecuación (2) se muestran los componentes de la prima por riesgo, donde $E(r_m)$ es la rentabilidad esperada del mercado, el coeficiente beta (β), que es la medida de riesgo sistemático, y r_f que es la tasa libre de riesgo.

$$p = \beta [E(r_m) - r_f] \quad (2)$$

La importancia de determinar el coeficiente beta para utilizar el modelo CAPM como cálculo del costo de oportunidad de capital, es que este considera el riesgo

¹Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Email: cramos@lamolina.edu.pe

²Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Email: wp.rodriguez@gmail.com

sistemático, es decir el riesgo relacionado con las fluctuaciones del mercado y la economía general dentro de la tasa de interés, lo cual permite tener una mejor evaluación en los proyectos de inversión pesqueros. También se utilizaron como datos los precios de cierre de la empresa Austral Group, el Índice General de la Bolsa de Valores de Lima (IGBVL) y el Índice Selectivo de la Bolsa de Valores de Lima.

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar el valor del coeficiente beta como una medida del riesgo sistemático en la empresa Austral Group y los límites de confianza de su media.

2. Materiales y métodos

Recolección de los datos

Se recolectaron los datos del precio de cierre de las acciones de la empresa pesquera Austral Group, el Índice General de la Bolsa de Valores de Lima (IGBVL) y el Índice Selectivo de la Bolsa de Valores de Lima (ISBVL) de todos los días en que hubo cotización de las acciones de la empresa en la Bolsa de Valores de Lima, desde el 03 de enero de 2002 al 31 de diciembre de 2012.

Cálculo del coeficiente beta

Se calcularon los coeficientes beta, uno con el IGBVL y otro con el ISBVL, determinando previamente el rendimiento del IGBVL, del ISBVL y del precio de cierre de la acción (pca) con las siguientes ecuaciones, respectivamente:

$$R_{IGBVL(t)} = \frac{IGBVL_t}{IGBVL_{t-1}} - 1 \quad (3)$$

$$R_{ISBVL(t)} = \frac{ISBVL_t}{ISBVL_{t-1}} - 1 \quad (4)$$

$$R_{a(t)} = \frac{pca_t}{pca_{t-1}} - 1 \quad (5)$$

Donde las ecuaciones (3) y (4) representan los rendimientos del mercado de las acciones del IGBVL y del ISBVL en el tiempo t y la ecuación (5) al rendimiento de las acciones de Austral Group en el tiempo t .

Se calculó el coeficiente beta de cada año del 2002 al 2011, agrupándolos en dos, tres, cuatro y cinco años y formando bases móviles de $j=1, \dots, 5$ años respectivamente.

Las ecuaciones (6) y (7) representan las fórmulas para calcular los coeficientes beta considerando los rendimientos del mercado de las acciones con el IGBVL y el ISBVL, respectivamente.

$$beta_{IGBVL} = \frac{Cov[R_{IGBVL(t)}, R_{a(t)}]}{Var[R_{IGBVL(t)}]} \quad (6)$$

$$beta_{ISBVL} = \frac{Cov[R_{ISBVL(t)}, R_{a(t)}]}{Var[R_{ISBVL(t)}]} \quad (7)$$

Donde Cov representa la covarianza de cada rendimiento del mercado con cada rendimiento de la acción y Var representa la varianza de cada rendimiento del mercado.

Luego de calcular los coeficientes beta de cada base móvil, se consideró aquellos valores que eran estables en cada base móvil y luego se determinó su media y desviación estándar, considerando aquella base móvil que tuviese la menor desviación estándar.

Para calcular los límites de confianza se utilizó la siguiente fórmula, tal como se muestra en la ecuación (8).

$$LC = \bar{X} \pm t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

Donde \bar{X} representa a la media, el valor $t_{\alpha/2}$ student, a un nivel de confianza $(1-\alpha)$ de 95%, igual a 3.1824 (3 gl), s a la desviación estándar y n al número de datos.

3. Resultados y discusión

Precio de cierre de las acciones e índices de la BVL

Se recolectó los datos de los precios de cierre de las acciones de la empresa Austral Group y se determinó su media y desviación estándar desde el año 2002 al 2011, tal como se puede observar en la Tabla 1. Entre los años 2002 al 2004 se nota un menor número de datos debido a una menor cotización que tuvieron las acciones de la empresa en ese periodo. En la Tabla 1 se observa también que en el año 2007 la media del precio de cierre de la acción fue de S/. 0,8545 con una desviación estándar (s) de S/. 0,2734 siendo estos los valores más altos con respecto a los otros años y se debe a que en ese año la BVL se consolidó como la segunda más rentable de la región.

A consecuencia de esa variación del número de datos entre el 2002 y el 2004 y su posterior estabilización a partir del siguiente año, se hizo los histogramas con su respectiva curva normal del precio de cierre de la acción, desde el año 2002 al 2012, tal como se muestra en la Fig. 1.

Tabla 1. Valores de la media y desviación estándar del precio de cierre de las acciones

Año	Nº de datos	\bar{X}_{pca} (S/.)	S_{pca} (S/.)
2002	76	0,0349	0,0074
2003	170	0,0559	0,0134
2004	192	0,0450	0,0157
2005	210	0,1008	0,0367
2006	244	0,2300	0,0847
2007	250	0,8545	0,2734
2008	248	0,4136	0,1566
2009	243	0,3009	0,0693
2010	248	0,3011	0,0365
2011	236	0,3008	0,0271
2012	223	0,2497	0,0311

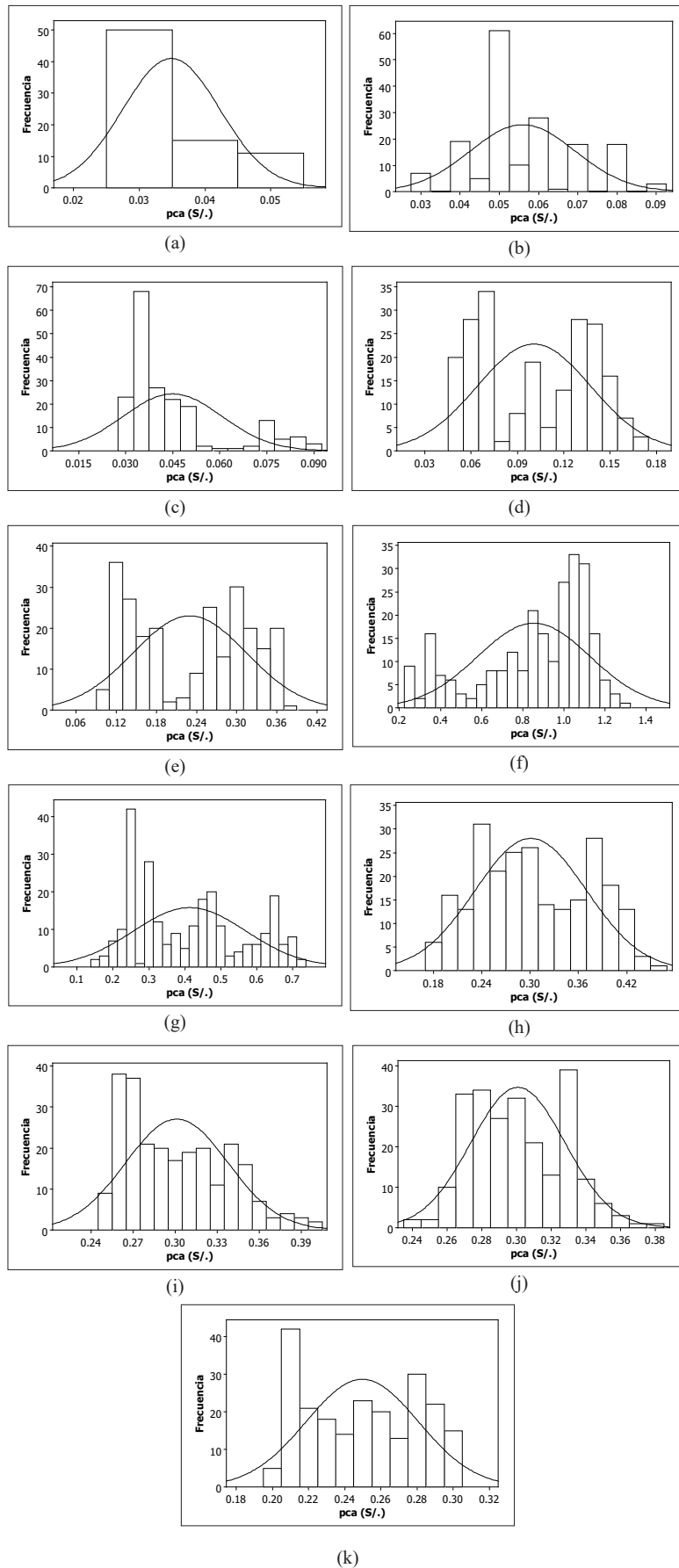
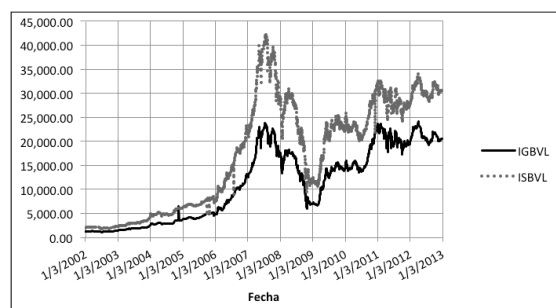


Figura 1. Histograma (con curva normal) del pca (S/.) para los años: (a) 2002, (b) 2003, (c) 2004, (d) 2005, (e) 2006, (f) 2007, (g) 2008, (h) 2009, (i) 2010, (j) 2011 y (k) 2012

Tabla 2. Valores de la media y desviación estándar de los índices de la BVL

Año	Nº de datos	\bar{X}_{IGBVL}	S_{IGBVL}	\bar{X}_{ISBVL}	S_{ISBVL}
2002	76	1254,51	79,16	1989,88	128,86
2003	170	1845,80	236,43	2903,04	407,09
2004	192	3026,39	385,58	5013,76	490,27
2005	210	4428,13	460,56	7141,85	665,15
2006	244	8376,31	2234,43	14341,91	4139,93
2007	250	19259,99	3222,02	33197,95	6046,30
2008	248	13632,97	3900,86	22390,14	6473,29
2009	243	12017,83	3016,41	19602,19	4842,72
2010	248	16347,60	2682,22	24286,68	3140,53
2011	236	20546,95	1515,02	28381,01	1915,85
2012	223	21198,97	1148,58	30571,23	1308,56

**Figura 2.** Precio de cierre de las acciones de Austral Group.**Figura 3.** Índice General y Selectivo de la Bolsa de Valores de Lima.**Tabla 3.** Valores de coeficientes β anuales (base móvil $j=1$) desde los años 2002 al 2011

Periodo (Año)	Cálculos con el IGBVL			Cálculos con el ISBVL		
	Cov	Var	β	Cov	Var	β
2002 ($i=1$)	0,000002	0,000246	0,007591	-0,000158	0,000282	-0,560595
2003 ($i=2$)	0,000241	0,000072	3,351324	0,000202	0,000091	2,212037
2004 ($i=3$)	-0,000075	0,004282	-0,017616	0,000193	0,000209	0,923575
2005 ($i=4$)	0,000192	0,000116	1,656459	0,000437	0,004845	0,090276
2006 ($i=5$)	0,000225	0,000226	0,997504	0,000229	0,003149	0,072747
2007 ($i=6$)	0,000473	0,000310	1,525136	0,000467	0,000369	1,266299
2008 ($i=7$)	0,001188	0,000833	1,426787	0,001407	0,001158	1,214480
2009 ($i=8$)	0,000491	0,000344	1,427454	0,000546	0,000430	1,268553
2010 ($i=9$)	0,000163	0,000135	1,204166	0,000135	0,001082	0,125002
2011 ($i=10$)	0,000488	0,000468	1,043156	0,000473	0,000485	0,974879
2012 ($i=11$)	0,000053	0,000077	0,684394	0,000052	0,000086	0,599469

El número de datos recolectados para el IGBVL y el ISBVL es el mismo del precio de cierre de las acciones, debido a que deben ser de las mismas fechas en que hubo cotización. Posteriormente, se calculó sus medias y desviaciones estándar respectivas tal como se muestra en la Tabla 2.

Los precios de cierre diario de las acciones (pca) se muestran en la Fig. 2. Aquí se observa que alcanzó su máximo histórico en el año 2007 coincidiendo con la consolidación que tuvo la BVL como la segunda bolsa

más rentable de la región, alcanzando una rentabilidad en el Índice General de 37 % y en el Índice Selectivo de 32 %.

En la Fig. 3 se observa el comportamiento del IGBVL y del ISBVL a lo largo de los años de análisis alcanzando de igual manera sus valores máximos en el año 2007. Se puede observar, tanto en la Fig. 2 que en la Fig. 3 que el pca, el IGBVL y el ISBVL tienen el mismo perfil en su desenvolvimiento diario.

Con los datos recolectados del precio de las acciones, el

Tabla 4. Valores de coeficientes β de dos periodos anuales (base móvil $j=2$) desde los años 2002 al 2011

Periodo (Años)	Cálculos con el IGBVL			Cálculos con el ISBVL		
	Cov	Var	β	Cov	Var	β
2002-2003 ($i=1$)	0,000170	0,000125	1,354139	0,000095	0,000150	0,631175
2003-2004 ($i=2$)	0,000071	0,002305	0,031010	0,000200	0,000154	1,295301
2004-2005 ($i=3$)	0,000061	0,002107	0,028765	0,000322	0,002631	0,122307
2005-2006 ($i=4$)	0,000209	0,000177	1,183704	0,000325	0,003943	0,082491
2006-2007 ($i=5$)	0,000350	0,000270	1,295401	0,000349	0,001747	0,199667
2007-2008 ($i=6$)	0,000838	0,000576	1,455735	0,000943	0,000767	1,230540
2008-2009 ($i=7$)	0,000850	0,000601	1,414344	0,000987	0,000807	1,222998
2009-2010 ($i=8$)	0,000325	0,000239	1,362154	0,000338	0,000760	0,445388
2010-2011 ($i=9$)	0,000323	0,000299	1,078700	0,000301	0,000792	0,379949
2011-2012($i=10$)	0,000276	0,000278	0,993966	0,000268	0,000292	0,919465

Tabla 5. Valores de coeficientes β de tres periodos anuales (base móvil $j=3$) desde los años 2002 al 2011

Periodo (Años)	Cálculos con el IGBVL			Cálculos con el ISBVL		
	Cov	Var	β	Cov	Var	β
2002-2004 ($i=1$)	0,000060	0,001952	0,030984	0,000139	0,000176	0,788344
2003-2005 ($i=2$)	0,000115	0,001502	0,076502	0,000287	0,001876	0,152937
2004-2006 ($i=3$)	0,000123	0,001397	0,088382	0,000288	0,002829	0,101874
2005-2007 ($i=4$)	0,000303	0,000225	1,348108	0,000376	0,002675	0,140465
2006-2008 ($i=5$)	0,000640	0,000466	1,373088	0,000713	0,001560	0,457349
2007-2009 ($i=6$)	0,000726	0,000504	1,440231	0,000814	0,000660	1,233386
2008-2010 ($i=7$)	0,000620	0,000446	1,391787	0,000702	0,000900	0,779815
2009-2011 ($i=8$)	0,000379	0,000315	1,203531	0,000383	0,000672	0,570032
2010-2012 ($i=9$)	0,000238	0,000229	1,037461	0,000223	0,000570	0,390550

Tabla 6. Valores de coeficientes β de cuatro periodos anuales (base móvil $j=4$) desde los años 2002 al 2011

Periodo (Años)	Cálculos con el IGBVL			Cálculos con el ISBVL		
	Cov	Var	β	Cov	Var	β
2002-2005 ($i=1$)	0000102	0,001357	0,075300	0,000236	0,001692	0,139497
2003-2006 ($i=2$)	0,000148	0,001121	0,132001	0,000270	0,002258	0,119488
2004-2007 ($i=3$)	0,000220	0,001095	0,201345	0,000337	0,002144	0,157233
2005-2008 ($i=4$)	0,000542	0,000389	1,392119	0,000653	0,002285	0,285915
2006-2009 ($i=5$)	0,000603	0,000437	1,379731	0,000672	0,001281	0,524140
2007-2010 ($i=6$)	0,000584	0,000412	1,418591	0,000643	0,000766	0,839766
2008-2011 ($i=7$)	0,000588	0,000451	1,303818	0,000647	0,000800	0,808393
2009-2012 ($i=8$)	0,000303	0,000260	1,167731	0,000306	0,000535	0,571538

Tabla 7. Valores de coeficientes β de cinco periodos anuales (base móvil $j=5$) desde los años 2002 al 2011

Periodo (Años)	Cálculos con el IGBVL			Cálculos con el ISBVL		
	Cov	Var	β	Cov	Var	β
2002-2006 ($i=1$)	0,000136	0,001047	0,129918	0,000235	0,002095	0,111992
2003-2007 ($i=2$)	0,000224	0,000932	0,240443	0,000316	0,001816	0,173797
2004-2008 ($i=3$)	0,000437	0,001044	0,418453	0,000576	0,001938	0,297060
2005-2009 ($i=4$)	0,000531	0,000381	1,394476	0,000631	0,001908	0,330775
2006-2010 ($i=5$)	0,000515	0,000377	1,366484	0,000564	0,001242	0,453765
2007-2011 ($i=6$)	0,000566	0,000423	1,338490	0,000611	0,000713	0,857010
2008-2012 ($i=7$)	0,000489	0,000382	1,280625	0,000489	0,000668	0,731934

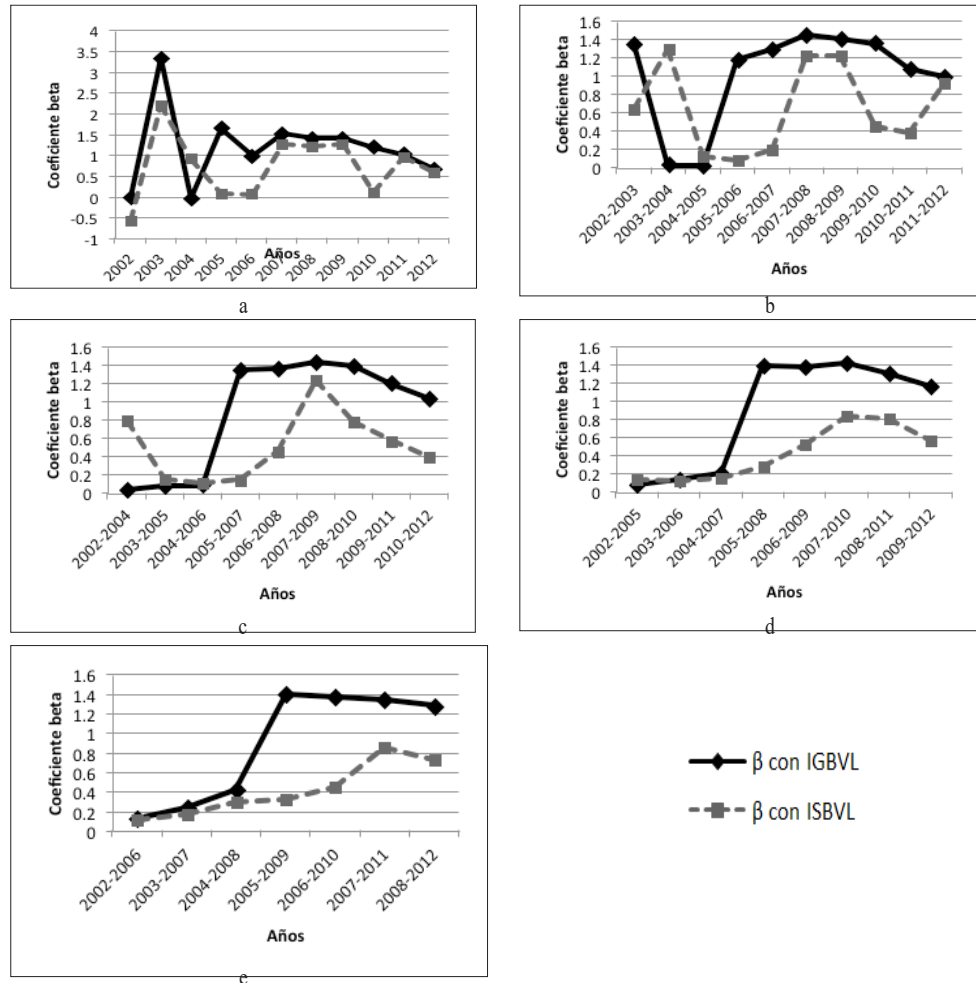


Figura 4. Comportamiento de los coeficientes beta de periodos anuales móviles: (a) base móvil $j=1$, (b) base móvil $j=2$, (c) base móvil $j=3$, (d) base móvil $j=4$, (e) base móvil $j=5$

IGBVL y el ISBVL, se calcularon los coeficientes beta en los periodos i de cada base móvil j , cada uno ($j=1$), dos ($j=2$), tres ($j=3$), cuatro ($j=4$) y cinco años ($j=5$), tal como se muestra de la Tabla 3 a la Tabla 7 respectivamente. La técnica de hacer los cálculos con base móvil es la misma que se utiliza en los pronósticos de series de tiempo y nos permite ir eliminando el dato más antiguo.

Este procedimiento de hacer los cálculos de los coeficientes betas móviles permite estabilizar los coeficientes a lo largo de los años, tal como se observa en las Tablas desde la 5 hasta la 7, evidenciándose una tendencia a ser constantes desde el año 2005 al 2012 usando como rentabilidad de mercado el IGBVL.

Los comportamientos de los valores calculados de los coeficientes beta se muestran en la Fig. 4. Se puede notar que los coeficientes beta son más estables en los cálculos en donde se consideró como rentabilidad de mercado al IGBVL que cuando se consideró el del ISBVL, debido a que las acciones de Austral Group participan en la cartera del primero y no del segundo, es por ello que los siguientes análisis se desarrollarán en base a los valores del IGBVL.

En la Fig. 5 se observan los gráficos que representan la tendencia lineal o también llamada línea del mercado de valores para los últimos periodos de cada base móvil. Las leyendas de color negro representan los puntos de dispersión, la línea de tendencia y las ecuaciones con el IGBVL; las de color gris representan las del ISBVL.

Para el cálculo de los promedios ($\bar{\beta}$) y las desviaciones estándar (s) de los coeficientes beta (β_{ij}) de periodo i y base móvil j , donde $i=4, \dots, 11$ y $j=1, \dots, 5$; ver Tabla 8, se consideró los valores de los coeficientes beta calculados con el IGBVL.

Con los coeficientes beta que se muestran en la Tabla 8, se observó que la desviación estándar de la base móvil $j=5$ igual a 0,0486 es la de menor valor con respecto a la de las otras bases móviles, es por ello que su media es considerada para el cálculo de los límites de confianza con un nivel de confiabilidad de 95 %.

Se realizó el análisis de varianza de la regresión lineal para los coeficientes beta de periodo $i=4, \dots, 7$ y de base móvil $j=5$ y se obtuvo los valores de p -value menores al nivel de significación de 0,05 con lo cual se rechaza la hipótesis nula de $\beta_{ij} = 0$; es decir, existe una relación de

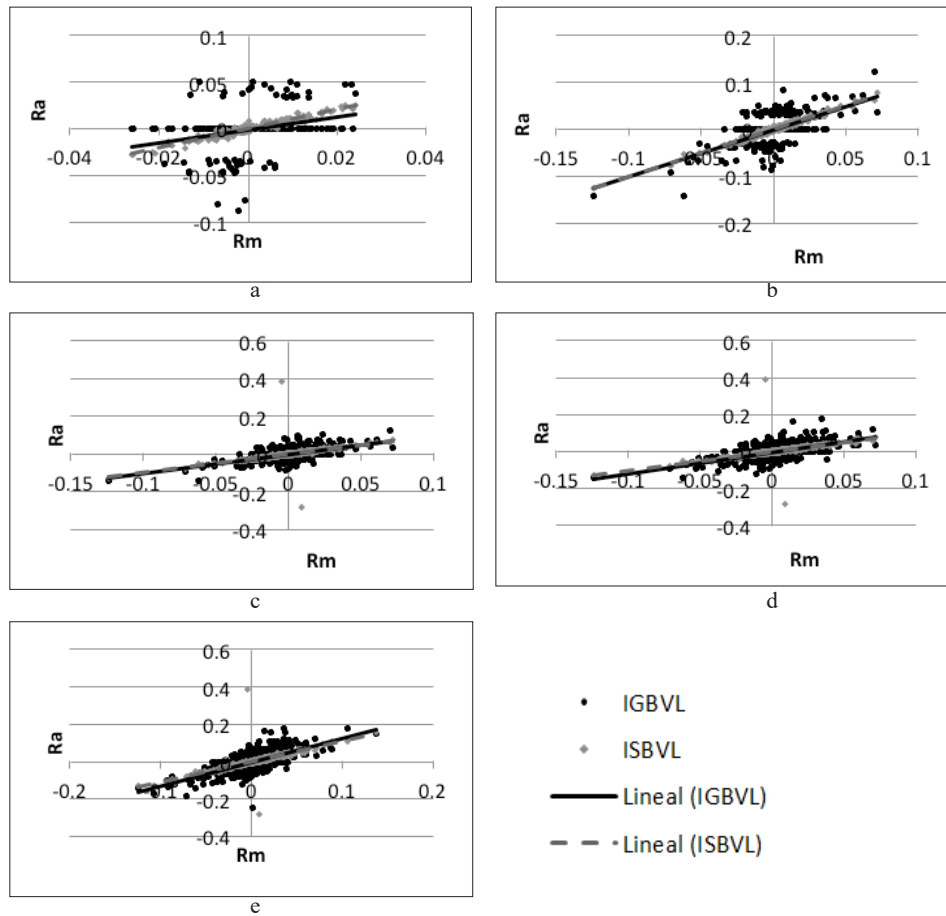


Figura 5. Rendimiento del Mercado (Rm) vs Rendimiento del Activo (Ra) del año: (a) 2012 (base móvil $j=1$), (b) 2011 al 2012 (base móvil $j=2$), (c) 2010 al 2012 (base móvil $j=3$), (d) 2009 al 2012 (base móvil $j=4$) y (e) 2008 al 2012 (base móvil $j=5$)

Tabla 8. Promedio de los coeficientes beta (β_{ij}) del periodo i y base móvil j

Periodo	Base móvil				
	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	$j=5$
$i=4$	1,6565	1,1837	1,3481	1,3921	1,3945
$i=5$	0,9975	1,2954	1,3731	1,3797	1,3665
$i=6$	1,5251	1,4557	1,4402	1,4186	1,3385
$i=7$	1,4268	1,4143	1,3918	1,3038	1,2806
$i=8$	1,4275	1,3622	1,2035	1,1677	
$i=9$	1,2042	1,0787	1,0375		
$i=10$	1,0432	0,9940			
$i=11$	0,6844				
	1,2456	1,2549	1,2990	1,3324	1,3450
s	0,3234	0,1747	0,1510	0,1014	0,0486

Tabla 9. Análisis de varianza de la regresión lineal para el coeficiente beta de periodo $i=4$ y base móvil $j=5$

	GL	SC	CM	F	p-value
Regresión	1	0,88464	0,88464	712,43	0,000
Residuos	1193	1,48137	0,00124		
Total	1194	2,36601			

Tabla 10. Análisis de varianza de la regresión lineal para el coeficiente beta de periodo $i=5$ y base móvil $j=5$

	GL	SC	CM	F	p-value
Regresión	1	0,86700	0,86700	774,20	0,000
Residuos	1231	1,37856	0,00112		
Total	1232	2,24555			

Tabla 11. Análisis de varianza de la regresión lineal para el coeficiente beta de periodo $i=6$ y base móvil $j=5$

	GL	SC	CM	F	p-value
Regresión	1	0,92763	0,92763	966,47	0,000
Residuos	1223	1,17386	0,00096		
Total	1224	2,10149			

Tabla 12. Análisis de varianza de la regresión lineal para el coeficiente beta de periodo $i=7$ y base móvil $j=5$

	GL	SC	CM	F	p-value
Regresión	1	0,74970	0,74970	932,66	0,000
Residuos	1196	0,96138	0,00080		
Total	1197	1,71109			

dependencia entre la variable independiente (rendimiento del IGBVL) y la variable dependiente (rendimiento del precio de cierre de la acción), tal como se puede observar en las Tablas desde la 9 hasta la 12.

Con la media del coeficiente beta de base móvil $j=5$ igual a 1,3450 se calcularon los límites inferior y superior de confianza del coeficiente beta igual a 1,2557 y 1,4344, respectivamente.

4. Conclusiones

Como solo se tomó en cuenta los precios de cierre de una empresa, debido a que es la única que mantuvo una constante actividad durante los años 2002 al 2012, que corresponden a los años de análisis del trabajo de investigación, no se concluye que los resultados representen el coeficiente beta para el sector pesquero, tal como lo sugiere Morán (2006); pero sí se podría considerar en proyectos relacionados al sector industrial pesquero. Se recomienda, al calcular los costos de oportunidad de alternativas de inversión, valores de coeficiente β entre los límites determinados y que están por encima del valor 1 con lo que se concluye que los precios de cierre de las acciones de la empresa Austral Group son altamente sensibles a los movimientos del mercado.

5. Literatura citada

- Gardner, J.C.; McGowan, C.B.; Moeller, S.E. 2010. Calculating the beta coefficient and required rate of return for Coca-Cola. *Journal of Business Case Studies* 6(6): 103-109.
- Dunn, F.M. 2011. An intuitive interpretation of beta. *Proceedings of the Academy of Economics and Economic Education* 4(1): 33-36.
- Morán, P. 2007. Costo de Capital para el Sector Vitivinícola Chileno: Una Propuesta desde el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM). *Agricultura Técnica, Universidad de Talca (Chile)*, 67(3): 309-319.