

ANÁLISIS DE REGRESIÓN DEL ADR DE BANCOLOMBIA: CIB¹

Resumen.

El desmonte de fronteras para los flujos de caja ha generado altas volatilidades en los mercados internacionales y en particular para el mercado accionario colombiano. Sin pretender agotar el tema, se propone con el presente trabajo abordar el análisis de regresión lineal para los rendimientos del ADR de bancolombia: CIB; los rendimientos del mercado colombiano: IGBC; los rendimientos de la acción ordinaria – Bcol- y los rendimientos de la acción preferencial – PFBcol- de la organización bancolombia del grupo Empresarial Antioqueño.

Una vez encontrados los parámetros de las variables independientes y el término autónomo, del modelo de regresión lineal simple y múltiple, se concluye, estadísticamente, que los rendimientos del CIB son explicados por el comportamiento, en primer lugar, del IGBC y en segundo lugar por el comportamiento particular de los rendimientos de la acción ordinaria de bancolombia.

Palabras claves.

Índice general de la bolsa de Colombia: IGBC, CIB, ADR, Volatilidad, modelo regresión lineal, grados de libertad, estadístico t, prueba F, intervalo de confianza, coeficiente de determinación, suma total de cuadrados: STC, suma explicada de los cuadrados: SEC, suma del cuadrado de los residuos: SCR, datos observados, datos estimados.

Introducción.

El día a día plantea interrogantes a los diferentes operadores del mercado accionario colombiano sobre la dominancia de las especies CIB, Bcol y PFBcol, para estructurar sus decisiones de compra y venta de papeles en el mercado local. Es por eso, que el presente escrito tiene como objetivo general aportar en la discusión en el establecimiento de las relaciones de

¹ Trabajo elaborado por: FERNANDO DE JESÚS FRANCO CUARTAS. Administrador de Negocios EAFIT. Especialista en Finanzas EAFIT. Estudios de: MBA Sc. EAFIT / HEC Canadá. Maestría Economía U.N. Medellín. Profesor universitario. Consultor Gerencial. Columnista en el Diario La República. E_mail ejecutivo: f francoc@epm.net.co. E_corporativo: gaceta@gacetafinanciera.com

causalidad, desde el punto de vista del análisis de regresión lineal, entre los comportamiento de los títulos valores arriba señalados.

Recolección de la Información.

Se obtiene, la cotización histórica diaria, de junio 22 de 2005 a junio 23 de 2006, de los precios de cierre² de las acciones de bancolombia ordinaria y preferencial en la bolsa de valores de Colombia y del otro lado se accesa la base de datos del comportamiento del CIB en la bolsa de valores de Nueva York y del índice industrial promedio Dow Jones a través de yahoo. Tamaño de la muestra 251 cotizaciones.

Metodología.

Con los datos observados de las acciones analizadas se estructura una matriz de precios históricos como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Primeras 25 cotizaciones

N	FECHA	PFBCOL	BCOL	IGBC	CIB	DWJ
1	22/06/2005	9.120,00	9.150,00	5.352,98	15,6	10587,93
2	23/06/2005	9.130,00	9.190,00	5.443,88	15,8	10421,44
3	24/06/2005	9.190,00	9.200,00	5.424,48	16,0	10297,83
4	27/06/2005	9.150,00	9.150,00	5.359,70	15,9	10405,63
5	28/06/2005	9.140,00	9.250,00	5.409,02	16,0	10374,48
6	29/06/2005	9.300,00	9.350,00	5.492,91	16,0	10274,97
7	30/06/2005	9.390,00	9.440,00	5.563,57	16,0	10303,44
8	01/07/2005	9.350,00	9.400,00	5.640,25	16,0	10371,8
9	04/07/2005	9.350,00	9.400,00	5.547,81	16,0	10270,68
10	05/07/2005	9.310,00	9.350,00	5.570,45	16,3	10302,29
11	06/07/2005	9.400,00	9.400,00	5.614,75	16,8	10449,14
12	07/07/2005	9.390,00	9.490,00	5.682,07	16,7	10519,72
13	08/07/2005	9.540,00	9.570,00	5.810,62	16,6	10513,89
14	11/07/2005	9.850,00	9.980,00	5.759,43	16,6	10557,39
15	12/07/2005	9.810,00	9.920,00	5.738,42	16,9	10628,88
16	13/07/2005	9.780,00	9.870,00	5.737,73	17,6	10640,83
17	14/07/2005	9.760,00	9.870,00	5.785,21	17,7	10574,99
18	15/07/2005	9.870,00	9.900,00	5.953,93	18,0	10646,56
19	18/07/2005	10.200,00	10.200,00	5.919,64	18,7	10689,15
20	19/07/2005	10.260,00	10.280,00	6.008,19	20,0	10627,77
21	21/07/2005	10.600,00	10.500,00	6.131,51	20,1	10651,18
22	22/07/2005	11.360,00	11.260,00	6.214,56	19,4	10596,48
23	25/07/2005	11.620,00	11.640,00	6.133,52	19,2	10579,77
24	26/07/2005	11.400,00	11.500,00	6.053,52	19,4	10637,09
25	27/07/2005	11.100,00	11.220,00	6.140,97	19,3	10705,55

² Para capturar la significancia estadística del volumen transado diario se recomienda trabajar con los precios promedios.



Fuente. Cálculos FERNANDO DE JESÚS FRANCO CUARTAS

Luego se procede a construir la matriz de rendimientos continuos. Ver tabla 2.³

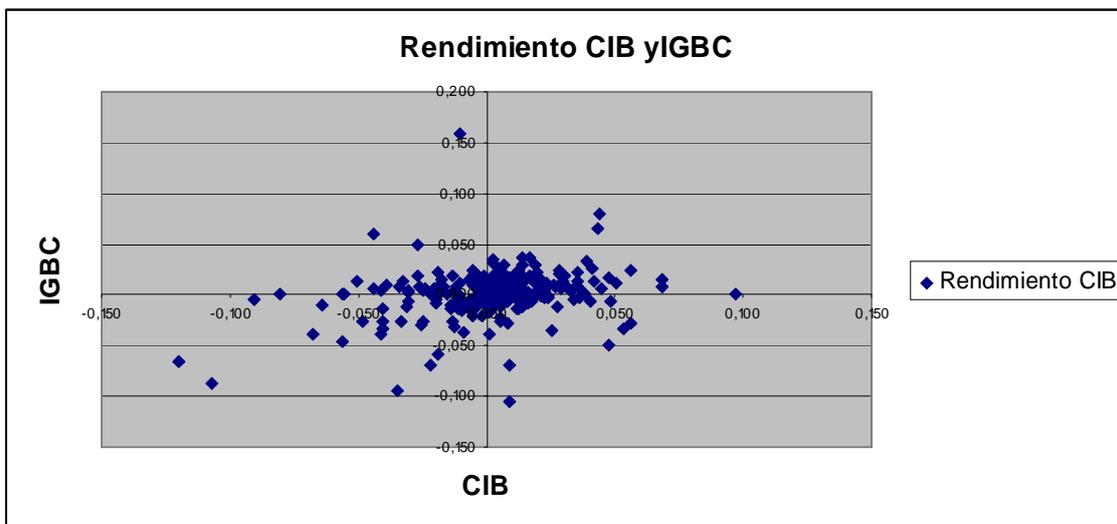
Tabla 2. Rendimientos asociados a las 26 cotizaciones iniciales

N	FECHA	BCOL(P)	BCOL(O)	IGBC	CIB	DWJ
1	23/06/2005	0,00110	0,00437	0,01698	0,01152	-0,01572
2	24/06/2005	0,00657	0,00109	-0,00356	0,01266	-0,01186
3	27/06/2005	-0,00435	-0,00543	-0,01194	-0,00375	0,01047
4	28/06/2005	-0,00109	0,01093	0,00920	0,00314	-0,00299
5	29/06/2005	0,01751	0,01081	0,01551	-0,00063	-0,00959
6	30/06/2005	0,00968	0,00963	0,01286	0,00125	0,00277
7	01/07/2005	-0,00426	-0,00424	0,01378	-0,00125	0,00663
8	04/07/2005	0,00000	0,00000	-0,01639	0,00000	-0,00975
9	05/07/2005	-0,00428	-0,00532	0,00408	0,02253	0,00308
10	06/07/2005	0,00967	0,00535	0,00795	0,02876	0,01425
11	07/07/2005	-0,00106	0,00957	0,01199	-0,00535	0,00675
12	08/07/2005	0,01597	0,00843	0,02262	-0,00478	-0,00055
13	11/07/2005	0,03249	0,04284	-0,00881	-0,00541	0,00414
14	12/07/2005	-0,00406	-0,00601	-0,00365	0,02236	0,00677
15	13/07/2005	-0,00306	-0,00504	-0,00012	0,03842	0,00112
16	14/07/2005	-0,00204	0,00000	0,00828	0,00455	-0,00619
17	15/07/2005	0,01127	0,00304	0,02916	0,01870	0,00677
18	18/07/2005	0,03343	0,03030	-0,00576	0,04060	0,00400
19	19/07/2005	0,00588	0,00784	0,01496	0,06841	-0,00574
20	21/07/2005	0,03314	0,02140	0,02053	0,00350	0,00220
21	22/07/2005	0,07170	0,07238	0,01354	-0,03290	-0,00514
22	25/07/2005	0,02289	0,03375	-0,01304	-0,01134	-0,00158
23	26/07/2005	-0,01893	-0,01203	-0,01304	0,01147	0,00542
24	27/07/2005	-0,02632	-0,02435	0,01445	-0,00515	0,00644
25	28/07/2005	0,01982	0,01426	0,01619	0,00725	-0,00604

Fuente. Cálculos FERNANDO DE JESÚS FRANCO CUARTAS

Para determinar alguna relación entre estas variables, rendimientos del CIB y la variación del IBGC, nos apoyamos, en primer lugar en el análisis grafico. Ver grafico 1.

Grafico 1.



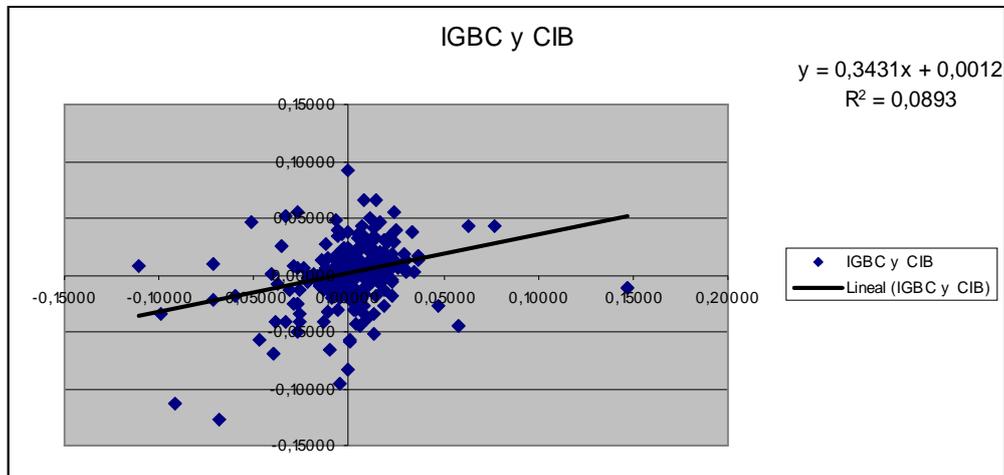
³ Ver tabla completa en el apéndice.



Fuente. FERNANDO DE JESÚS FRANCO CUARTAS

¿La anterior nube de puntos se podrá expresar como una relación matemática?

Grafico 2. Línea de tendencia.



Fuente. FERNANDO DE JESÚS FRANCO CUARTAS

Con el análisis de tendencia podemos establecer los parámetros de la relación lineal⁴ entre el CIB y IGBC, donde el valor de *a* es 0.001186 y el valor de *b* es 0.343055.

Los valores anteriores pueden ser ratificados con base en las funciones del Excel: Estimación lineal para el caso de hallar el valor de *b*; e intersección eje para encontrar el valor de *a*.

La tercera alternativa analizada para encontrar los valores de *a* y *b* descansa en el método ANOVA: Análisis de Varianza. Ver tabla 3.

Tabla 3.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,29881
Coefficiente de determinación R ²	0,08929
R ² ajustado	0,08562
Error típico	0,02631
Observaciones	250

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,01683	0,01683	24,31480	1,49914E-06
Residuos	248	0,17171	0,00069		
Total	249	0,18854			

⁴ El presente análisis parte del supuesto de linealidad en los parámetros. Por ende la relación entre las dos variables viene dada por la ecuación: $Y = a + bX$

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,001186	0,00167	0,71162	0,47737	-0,00210	0,00447	0,00210	0,00447
IGBC	0,343055	0,06957	4,93100	0,00000	0,20603	0,48008	0,20603	0,48008

Fuente. Cálculos FERNANDO DE JESÚS FRANCO CUARTAS

Con base en la tabla 3. Se ratifican los valores obtenidos tanto para a (intercepción: 0.001186) como para b (0.343055) en los procedimientos uno y dos.

El análisis de regresión que muestra el Excel, también permite la estimación del comportamiento en términos de rendimientos del CIB. Ver tabla 4., comportamiento de los primeros 25 valores.⁵

Tabla 4. Primeros 25 Valores estimados del CIB

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico CIB</i>	<i>Residuos</i>
1	0,006962551	0,004495244
2	-3,8735E-05	0,012617517
3	-0,002935507	-0,000821542
4	0,004328333	-0,00119648
5	0,006465674	-0,007091261
6	0,005570842	-0,00432006
7	0,00588185	-0,007132632
8	-0,004483062	0,004483062
9	0,002583094	0,019695055
10	0,003903389	0,024454469
11	0,00527469	-0,010643029
12	0,008860692	-0,013656865
13	-0,001849644	-0,00357369
14	-6,77577E-05	0,02217801
15	0,00114472	0,036551828
16	0,00401309	0,000529791
17	0,011047728	0,007476518
18	-0,00079547	0,040593581
19	0,006279623	0,059894385
20	0,008156001	-0,004660367
21	0,005801395	-0,039256112
22	-0,003317011	-0,008087986
23	-0,003317962	0,014722959
24	0,006106341	-0,011274311
25	0,006695429	0,000532274

Fuente. Cálculos FERNANDO DE JESÚS FRANCO CUARTAS

Obsérvese que el valor del residuo (Valor del error de los modelos de regresión) no es otra cosa que la diferencia entre los valores observados y los valores estimados por el modelo de regresión lineal simple, es decir, el valor estimado número 1 es el resultado de 0.01145780 menos 0,006962551 = 0,004495244 y así en forma sucesiva.

⁵ Ver apéndice.



La correlación es otro valor que suministra el análisis de regresión, para el presente caso, la cohesión entre las variables analizadas es del orden de 29.8% (Coeficiente de correlación múltiple). El coeficiente de determinación - R^2 : 0,089289306 - es el porcentaje de variación de la variable dependiente (Rendimientos del CIB) que estaría explicado por la variable independiente en el modelo de regresión lineal, vale decir el I GBC.

Continuando con la lectura de las estadísticas de la regresión podemos decir que la variación total de la muestra viene expresada por la suma total de los cuadrados, $STC = 0,188543183$ (Corresponde a total). La expresión matemática que permite obtener dicho resultado es:

$$STC = \sum_{t=1}^n (Y_{\text{Obser}} - \bar{Y}_{\text{Obser}})^2, \text{ ver apéndice.}$$

La volatilidad de los valores estimados para CIB alrededor de la media de los valores observados del CIB es 0,016834890 que se lee en el campo Regresión del resumen arrojado por Excel. Para calcular esta dispersión se emplea:

$$SEC = \sum_{t=1}^n (Y_{\text{Estim}} - \bar{Y}_{\text{Obser}})^2, \text{ ver apéndice.}$$

El cuadrado de la diferencia entre los valores observados y los estimados, SCR, ó residuos en la tabla de las estadísticas es 0,171708293, el cual se obtiene por medio de

$$SCR = \sum_{t=1}^n (Y_{\text{Obser}} - Y_{\text{Estimr}})^2, \text{ ver apéndice.}$$

En síntesis preliminar de esta sección de las estadísticas podemos decir que

$$STC = SEC + SCR, \text{ es decir}$$

$$Total = \text{Re gresión} + \text{Re siduos}$$

$$0,188543183 = 0,016834890 + 0,171708293$$

Ahora, la volatilidad total de la muestra es explicada de la siguiente forma:

$$\% \text{ Explicado} = \frac{SEC}{STC}$$

$$\% \text{ Explicado} = \frac{0,016834890}{0,188543183} = 0,089289306 = R^2$$

Y el comportamiento de la variable dependiente no explicada por el modelo se expresa como

$$\% \text{ NoExplicado} = \frac{SCR}{STC}$$

$$\% \text{NoExplicado} = \frac{0,171708293}{0,188543183} = 0,910710694$$

Se verifica entonces que, la volatilidad total de la muestra, es igual a la parte sistémica (0,089289306) más el componente no sistémico (0,910710694) del modelo de regresión:

$$0,089289306 + 0,910710694 = 100\%$$

El R^2 ajustado difiere del R^2 en que el segundo es calculado con base en un estimador sesgado al presentar la varianza un denominador igual al tamaño de la muestra de los rendimientos en lugar de utilizar los grados de libertad⁶ para cada elemento del indicador. Veamos la expresión que se usa para calcular R^2 ajustado:

$$R^2_{\text{Ajustado}} = 1 - \frac{\frac{SCR}{\text{GradosdelibertaddeSCR}}}{\frac{STC}{\text{GradosdelibertaddeSTC}}}$$

$$R^2_{\text{Ajustado}} = 1 - \frac{\frac{0,171708293}{248}}{\frac{0,188543183}{249}} = 0,085617085$$

El valor de 0,085617085 aparece en la tabla de análisis de regresión debajo del indicador R^2 .

Para terminar con la interpretación de la primera parte del resumen de la regresión, basta decir, que el error típico de los residuos es la raíz cuadrada de:

$$\text{ErrorTipico} = \sqrt{\frac{SCR}{\text{GradosDeLibertad}}}$$

$$\text{ErrorTipico} = \sqrt{\frac{0,171708293}{248}}$$

$$\text{ErrorTipico} = 0,026312965$$

A esta altura podemos decir que, el valor del indicador no sesgado R^2 ajustado muestra que al agregar variables independientes no representa mejora alguna al modelo.

⁶ Los grados de libertad para los residuos se calculan $(n-k-1)$, de donde $k = \#$ de variables independientes, n tamaño de la muestra. Los grados de libertad para STC son $(n-1)$.

En la sección del análisis de varianza, el error típico de los coeficientes viene dado así:

$$Var(a) = \frac{SCR}{(n-2)n} \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \sqrt{\frac{0,171708293 \cdot 0,143461266}{(248)250 \cdot 0,143048121}} = 0,00166658 \text{ error típico de } a$$

El error típico para las variaciones del IGBC se calcula en forma similar:

$$Var(b) = \frac{SCR}{(n-2)^2} \frac{1}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = 0,069571075$$

El estadístico t para el intercepto es igual a

$$t = \frac{0,001185972}{0,00166658} = 0,711620453$$

Y para la pendiente de la variable independiente es:

$$t = \frac{0,343055244}{0,069571075} = 4,931003893$$

La probabilidad de ocurrencia para el parámetro a es $DISTR.T(0,711620453; 248; 2) = 0,47736867$ se concluye que se acepta la hipótesis de que a sea igual a cero, por tanto el valor encontrado para el intercepto es irrelevante para el pronóstico de CIB en el modelo. De manera similar la probabilidad de b es $1,49914E-06$, por tanto no se puede rechazar la hipótesis de que b sea diferente de cero.

Con el análisis de la prueba de significancia, prueba t, de los coeficientes del modelo de regresión, y el poco nivel de R^2 y R^2 ajustado y los valores hallados para a no significancia estadística y b con significancia estadística, se concluye que el modelo de regresión lineal:

$$y = 0,343055x + 0,001186$$

Explica las variaciones en los rendimientos de Y (CIB). Para buscar una prueba más contundente de significancia aplicamos la prueba F ó prueba de significancia conjunta del grupo de variables (prueba F): $DISTR.F(24,3147994; 1; 248) = 1,49914E-06$. Para obtener el valor F aplicamos la siguiente expresión.

$$F = \frac{\frac{SEC}{k_1}}{\frac{SCR}{k_2}}, \text{ De Donde}$$

k_1 = grados de libertad para SEC

k_2 = grados de libertad para SCR

Lo que numéricamente es

$$F = \frac{\frac{0,01683489}{1}}{\frac{0,171708293}{248}} = 24,3147994$$

Practicada la probabilidad para F, esta prueba es aceptable ya que es menor que 5%, dado un nivel de significancia del 5%.

Para determinar el intervalo para los valores hallados de a y de b, calculamos el percentil correspondiente a 97.5% de la distribución t. $DISTR.T.INV(0,05; 248) = 1,969575598$.

Intervalo para a es:

$$\text{Limite inferior: } 0,001185972 - 1,969575598 * 0,00166658 = -0,002096482$$

$$\text{Limite superior: } 0,001185972 + 1,969575598 * 0,00166658 = 0,004468426$$

Intervalo para b es:

$$\text{Limite inferior: } 0,343055244 - 1,969575598 * 0,069571075 = 0,206029751$$

$$\text{Limite superior: } 0,343055244 + 1,969575598 * 0,069571075 = 0,480080737$$

Observaciones

Los resultados obtenidos al practicar el análisis de regresión entre las variaciones del IGBC y CIB arrojan un modelo aceptable de estimación para el ADR de bancolombia.

Al incorporar variables independientes, tales como el comportamiento de los rendimientos de Bcol y PFBcol, el R^2 y R^2 ajustado, no muestran incrementos significativos al igual que el valor del error típico no disminuye. Excepto el modelo de regresión lineal múltiple con variables independientes como IGBC y Bcol donde el valor crítico para F es **5,64E-06 muy diferente de la probabilidad del estadístico t (5,64E-06) para el IGBC de este modelo con dos variables independientes**. Ver apéndice.

Las pruebas t y F para CIB, Dow Jones, Bcol, PFBcol y el IGBC, muestran como variable dependiente al CIB del índice accionario colombiano y no al contrario como se pensaría en forma preliminar, es decir, que las variaciones de Bcol y PFBcol dependieran, estadísticamente del comportamiento del ADR. Ver apéndice.

Referencias.

1. Vélez Pareja Ignacio. Apuntes de Probabilidad y Estadística para ingenieros y administradores.
2. Berenson, M. L. Estadística para administración y economía. McGraw Hill.
3. www.gacetafinanciera.com
4. www.grupoaval.com.co