

**VALIDACIÓN DEL MODELO APT EN EL MERCADO ACCIONARIO
COLOMBIANO**

Diana Ximena Rico Román

José Luis Garcés Bautista

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERIA FINANCIERA

BUCARAMANGA

2005

TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|-------------------------------------|--------|
| PRESENTACIÓN | |
| 1. <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| 2. <u>DEFINICIÓN DE VARIABLES</u> | 3 |
| 3. <u>DEFINICIÓN DE CONCEPTOS</u> | 7 |
| 4. <u>DESARROLLO DE LOS MODELOS</u> | 12 |
| 4.1 COMPAÑÍA CEMENTERA ARGOS | 12 |
| 4.1.1 Multicolinealidad | 15 |
| 4.1.2 Heteroscedasticidad | 18 |
| 4.1.3 Autocorrelación | 19 |
| 4.1.4 Modelo final | 21 |
| 4.1.5 Validación del Modelo | 23 |
| 4.2 BAVARIA | 24 |
| 4.2.1 Multicolinealidad | 27 |
| 4.2.2 Heteroscedasticidad | 28 |
| 4.2.3 Autocorrelación | 29 |
| 4.2.4 Modelo final | 30 |
| 4.2.5 Validación del Modelo | 32 |
| 4.3 BANCO DE BOGOTÁ | 33 |
| 4.3.1 Multicolinealidad | 35 |
| 4.3.2 Heteroscedasticidad | 38 |

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.3 | Autocorrelación | 39 |
| 4.3.4 | Modelo final | 41 |
| 4.3.5 | Validación del Modelo | 43 |
| 4.4 | SURAMERICANA DE INVERSIONES | 44 |
| 4.4.1 | Multicolinealidad | 46 |
| 4.4.2 | Heteroscedasticidad | 48 |
| 4.4.3 | Autocorrelación | 49 |
| 4.4.4 | Modelo final | 50 |
| 4.4.5 | Validación del Modelo | 52 |
| 5. | Cuadro Comparativo De Las Variables Significativas y Excluidas Para Cada Modelo | 53 |
| 6. | <u>CONCLUSIONES</u> | 54 |
| 7. | <u>BIBLIOGRAFIA</u> | 57 |
| 8. | <u>ANEXOS</u> | 58 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Distribución normal. | 59 |
| Tabla 2. T Student. | 60 |
| Tabla 3. Distribución Chi cuadrado | 61 |
| Tabla 4. Prueba Fischer. | 62 |
| Tabla 5. Prueba de las Rachas | 63 |
| Tabla 6. Durbin Watson. | 64 |
| Tabla de datos No 1. Compañía de cementos Argos. | 65 |
| Tabla de datos No 2. Compañía Bavaria. | 83 |
| Tabla de datos No 3. Banco de Bogotá. | 99 |
| Tabla de datos No 4. Suramericana. | |
| 116 | |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico No 1. Tendencia Compañía Argos. | 66 |
| Gráfico No 2. Dispersión Compañía Argos. | 76 |
| Gráfico No 3. Tendencia Compañía Bavaria. | 84 |
| Gráfico No 4. Dispersión Compañía Bavaria. | 92 |
| Gráfico No 5. Tendencia Banco de Bogotá. 100 | |
| Gráfico No 6. Dispersión Banco de Bogotá. 109 | |
| Gráfico No 7. Tendencia Suramericana de Inversiones. 117 | |
| Gráfico No 8. Dispersión Suramericana de Inversiones. 124 | |

LISTA DE CUADROS

Compañía Cementos Argos

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro No 1. Raíz unitaria. | 67 |
| Cuadro No 2. Dickey Fuller | 68 |
| Cuadro No 3. Estacionalidad en primera diferencia | 69 |
| Cuadro No 4. Matriz de correlaciones. | 70 |
| Cuadro No 5. Regresión entre Capitalización bursátil y Q Tobin . | 71 |
| Cuadro No 6. Regresión entre Dividendo yield y DTF. | 72 |
| Cuadro No 7. Regresión entre Capitalización bursátil y RPG. | 72 |
| Cuadro No 8. Regresión entre la Rentabilidad del activo y del patrimonio. | 72 |
| Cuadro No 9. Regresión entre Precio de cierre y Capitalización bursátil. | 73 |
| Cuadro No 10. Regresión entre Q Tobin y Precio de cierre. | 73 |
| Cuadro No 11. Regresión entre Precio de cierre y RPG. | 74 |
| Cuadro No 12. Solución multicolinealidad. | 74 |
| Cuadro No 13. Multicolinealidad final. | 75 |
| Cuadro No 14. Valores residuales. | 77 |
| Cuadro No 15. Regresión de Ro contra variables explicativas. | 78 |
| Cuadro No 16. Corrección de Heteroscedasticidad. | 79 |
| Cuadro No 17. Correlograma. | 80 |
| Cuadro No 18. Transformación de Prais Winsten. | 81 |
| Cuadro No 19. Corrección de Autocorrelación. | 82 |

Compañía Bavaria

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro No 20. Raíz unitaria. | 85 |
| Cuadro No 21. Dickey Fuller. | 86 |
| Cuadro No 22. Estacionariedad en primera diferencia. | 87 |
| Cuadro No 23. Matriz de correlación. | 88 |
| Cuadro No 24. Regresión entre Capitalización bursátil y precio de cierre. | 89 |
| Cuadro No 25. Regresión si la Capitalización bursátil. | 90 |
| Cuadro No 26. Modelo sin Rentabilidad del activo y Dividendo yield. | 91 |
| Cuadro No 27. Regresión entre R_0 y las variables exógenas. | 93 |
| Cuadro No 28. Valores residuales. | 94 |
| Cuadro No 29. Regresión entre R_0 y las variables exógenas | 95 |
| Cuadro No 30. Correlograma. | 96 |
| Cuadro No 31. Transformación de Prais Winsten. | 97 |
| Cuadro No 32. Corrección de autocorrelación. | 98 |

Banco de Bogotá

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro No 33. Raíz unitaria. | 101 |
| Cuadro No 34. Dickey Fuller. | 102 |
| Cuadro No 35. Estacionariedad en primera diferencia. | 103 |
| Cuadro No 36. Matriz de correlación. | 104 |
| Cuadro No 37. Regresión entre Q Tobin y Precio de cierre. | 105 |
| Cuadro No 38. Regresión entre Capitalización bursátil y Q Tobin. | 106 |
| Cuadro No 39. Regresión entre TRM y Endeudamiento. | 106 |
| Cuadro No 40. Regresión entre la Rentabilidad del activo y del patrimonio. | 107 |
| Cuadro No 41. Solución multicolinealidad. | 108 |

| | |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro No 42. Valores residuales. | 110 |
| Cuadro No 43. Regresión entre R_o y las variables exógenas | 111 |
| Cuadro No 44. Corrección de Heteroscedasticidad. | 112 |
| Cuadro No 45. Correlograma. | 113 |
| Cuadro No 46. Transformación de Prais Winsten. | 114 |
| Cuadro No 47. Corrección de autocorrelación. | 115 |

Suramericana De Inversiones

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro No 48. Raíz unitaria. | 118 |
| Cuadro No 49. Dickey Fuller. | 119 |
| Cuadro No 50. Estacionariedad en primera diferencia. | 120 |
| Cuadro No 51. Matriz de correlación. | 121 |
| Cuadro No 52. Regresión entre la Rentabilidad del activo y del patrimonio. | 122 |
| Cuadro No 53. Corrección de la multicolinealidad. | 123 |
| Cuadro No 54. Valores residuales. | 125 |
| Cuadro No 55. Regresión entre R_o y las variables exógenas | 126 |
| Cuadro No 56. Corrección de Heteroscedasticidad. | 127 |
| Cuadro No 57. Correlograma. | 128 |
| Cuadro No 58. Transformación de Prais Winsten. | 129 |
| Cuadro No 59. Corrección de autocorrelación. | 130 |

|

1. INTRODUCCIÓN

El mercado accionario colombiano se encuentra muy poco desarrollado debido a que hasta ahora se está creando la mentalidad de invertir en acciones, presentándose una baja participación con respecto a los demás activos financieros negociados en la Bolsa de Valores de Colombia – BVC - .

Es por esto, que modelos aplicados a la valoración de portafolios como el CAPM (Capital Asset Pricing Model) que tan sólo aplica la variable mercado, suponiendo un conjunto de carteras eficientes donde el inversionista puede escoger el portafolio que optimice la rentabilidad de acuerdo al riesgo que esté dispuesto a afrontar, deja de tener una real incidencia en la rentabilidad de los activos que componen este conjunto de inversiones, sin permitir que se pueda pronosticar estas rentabilidades adecuadamente y haciendo más difícil el arbitraje en el mercado bursátil colombiano. Estas desventajas son superadas por el Modelo APT (Arbitrage Pricing Theory) que toma en cuenta múltiples factores que afectan el comportamiento de un activo y por tanto incurre en su rentabilidad. Este Modelo que planteado inicialmente por Stephen Ross, supone que al contemplarse múltiples factores se está aproximando más a la realidad económica del país relacionando rentabilidad y riesgo de un activo financiero.

Dado a que la rentabilidad viene dada por la siguiente fórmula, indica que la rentabilidad esperada del título se relaciona con las betas del factor del mismo. Cada factor representa un riesgo que no se puede diversificar. Cuanta más alta sea la beta de un título con respecto a un factor determinado, más alto será el riesgo del título. En la ecuación, la rentabilidad esperada es la suma de la tasa sin riesgo mas la compensación por cada tipo de riesgo que el título representa.

$$\text{Rentabilidad} = a + b_1 (\text{r factor 1}) + b_2 (\text{r factor 2}) + b_3 (\text{r factor 3}) + \dots + \text{perturbaciones}$$

Al analizar las falencias que presenta el mercado accionario de Colombia, se decidió hacer una revisión empírica a la aplicación del Modelo APT para pronosticar la rentabilidad de los activos que lo conforman y de esta forma, contribuir al mejoramiento de este. A su vez, al aplicar este Modelo se espera dar a los inversionistas una herramienta en la cual se puedan basar y arbitrar. Se analizaron las diferentes variables que pudiesen tener alguna incidencia en el comportamiento de las acciones en el mercado bursátil, utilizando variables Macroeconómicas y variables Internas de cada acción. De esta forma, se seleccionaron las siguientes acciones, debido a que son de gran bursatilidad y hacen parte de la canasta del IGBC:

- Sector de Seguros: SURAMERICANA
- Sector Industrial: CEMENTOS ARGOS, BAVARIA
- Sector Financiero: BANCO DE BOGOTÁ

Una vez escogidas las variables exógenas se procedió a formar tablas de datos para cada una de las acciones, con un rango de datos que va desde el primer trimestre de 1996 hasta el último trimestre de 2003. Con estas tablas de datos se ejecutaron cada uno de los modelos econométricos, se observaron y se corrigieron los problemas que se presentaron para finalmente plantear las ecuaciones finales con las cuales los inversionistas podrían predecir el precio de la acción analizada.

2. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Los siguientes conceptos fueron tomados de diferentes páginas de Internet los cuales sirven de ayuda para un mejor entendimiento de nuestro proyecto

Precio De Cierre: Precio promedio de determinada acción en la Bolsa de Valores al momento de terminar la jornada.

Índice De La Bolsa De Valores De Colombia (IGBC): Corresponde al indicador bursátil del mercado de la Bolsa de Valores de Colombia y refleja el comportamiento promedio de los precios de las acciones en el mercado, ocasionado por la interacción de las fluctuaciones que por efecto de oferta y demanda sufren los precios de las acciones. Es el instrumento más representativo, ágil y oportuno para evaluar la evolución y tendencia del mercado accionario. Cualquier variación de su nivel es el fiel sinónimo del comportamiento de este segmento del mercado, explicando con su aumento las tendencias alcistas en los precios de las acciones y, en forma contraria, con su reducción, la tendencia hacia la baja de los mismos. Mide de manera agregada la evolución de los precios de las acciones más representativas del mercado.

Inflación: Mide el crecimiento del nivel general de precios de la economía. La inflación es calculada mensualmente por el DANE sobre los precios de una canasta básica de bienes y servicios de consumo para familias de ingresos medios y bajos. Con base en éstas se calcula un índice denominado Índice de precios al Consumidor (IPC). La inflación corresponde a la variación periódica de ese índice.

El IPC: Es el principal instrumento para la cuantificación de la inflación, ya que mide los cambios de los precios de un conjunto representativo de los bienes y

servicios consumidos por la mayoría de la población; naturalmente como toda herramienta estadística necesita revisiones periódicas con el propósito de mantener su confiabilidad en presencia de una realidad dinámica.

Tasa representativa de mercado – TRM: Promedio aritmético simple de operaciones de compra y venta de divisas en el mercado financiero.

M1: Depósitos en cuenta corriente más efectivo en poder del público. **La Oferta Monetaria** es el volumen de dinero que se encuentra disponible en la economía de un país en un momento determinado. En su forma más simple, corresponde al efectivo en poder del público y a los depósitos en cuenta corriente de la banca, que son transferibles por medio de cheque.

Endeudamiento: Utilización de recursos de terceros obtenidos vía deuda para financiar una actividad y aumentar la capacidad operativa de la empresa.

ROA (Rentabilidad Sobre El Activo): Indica el nivel de utilidades (en pesos) que genera cada peso invertido en los activos de la empresa. Se obtiene de dividir la utilidad neta por los activos totales.

S & P 500 (Standard & Poor´S 500): Índice del comportamiento promedio de todo el mercado bursátil de Estados Unidos compuesto por el precio de las acciones de 500 empresas de ese país.

Producto Interno Bruto PIB: Es el total de bienes y servicios producidos en un país durante un período de tiempo determinado. Incluye la producción generada por nacionales residentes en el país y por extranjeros residentes en el país, y excluye la producción de nacionales residentes en el exterior.

Libor (London Interbank Offer Rate): Tasa de interés anual vigente para los préstamos interbancarios de primera clase en Londres.

R.P.G: Indicador que resulta de dividir el precio de mercado de una acción entre la utilidad por acción reportada por el emisor. Representa el número de períodos que se requieren, para recuperar lo invertido Precio de la acción/ Utilidades por acción. Mide la cantidad que los inversionistas están dispuestos a pagar por cada peso de utilidades actuales. Se considera frecuentemente que un RPG más alto tiene prospecto más significativo en términos de crecimiento futuro.

Q-Tobin: Relaciona el precio de mercado de la acción con su valor patrimonial. Indica si la acción está subvalorada ($Q < 1$) o sobrevalorada ($Q > 1$) con respecto a su valor en libros

Dividendo Efectivo Pagado: Son pagos en efectivo que se hacen directamente a los accionistas en el curso regular de los negocios. La decisión de pagar un dividendo recae en las manos de la junta directiva de la corporación.

DTF: Es una tasa de interés que resulta del promedio ponderado de las tasas y los montos diarios de las captaciones a 90 días de los CDTs de la mayoría de intermediarios financieros durante una semana que va de viernes a jueves y tiene vigencia de lunes a domingo.

Margen Bruto: Indicador de rentabilidad que se define como la utilidad bruta sobre las ventas netas, y nos expresa el porcentaje determinado de utilidad bruta (Ventas Netas- Costos de Ventas) que se está generando por cada peso vendido.

Margen Neto: Indicador de rentabilidad que se define como la utilidad neta sobre las ventas netas. La utilidad neta es igual a las ventas netas menos el costo de ventas, menos los gastos operacionales, menos la provisión para impuesto de

Renta, más otros ingresos menos otros gastos. Esta razón por **Capitalización Bursátil**: Es el valor dado a una empresa en sí sola no refleja la rentabilidad del negocio.

Bolsa. Se calcula multiplicando la cotización por el número de acciones que componen el capital de dicha empresa. La capitalización de los valores cotizados en la bolsa es la que se obtiene sumando todas las cotizaciones de dichos valores en un momento dado. Este índice se emplea para comparar mercados bursátiles. Se trata de una medida por medio de la cual los inversionistas le otorgan valor a una empresa inscrita en bolsa, luego de multiplicar el precio que tiene una acción en el mercado bursátil por el número de las que hay en circulación.

UPA (Utilidad Por Acción): Nivel de utilidades por cada acción en circulación.

ROE (Rentabilidad Sobre El Patrimonio): Indica el nivel de utilidades (en pesos) que genera cada peso de propiedad de los accionistas. Se obtiene al dividir la utilidad neta por el patrimonio.

Ventas Por Acción: Cifra de ventas o ingresos dividida entre el número de acciones.

Rentabilidad por Dividendo (o Yield): Es el resultado de dividir la estimación de Dividendo por acción para cada ejercicio entre la cotización de la acción, y muestra el porcentaje anual de rentabilidad obtenido por el pago de dividendos al invertir en una acción.

3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

Los siguientes conceptos fueron tomados del libro Análisis Econométrico con E-Views para un mejor entendimiento de los procesos hechos en nuestro proyecto

Estacionariedad: Un proceso estocástico es estacionario, si su media y su varianza son constantes en el tiempo y si el valor de la covarianza entre dos periodos depende solamente de la distancia entre estos dos periodos de tiempo y no del tiempo en el cual se ha calculado la covarianza.

Raíz Unitaria: Esta es otra prueba que se hace para identificar si la variable dependiente que en nuestro caso es el Precio de Cierre de cada una de las acciones escogidas es estacionaria o no lo es. Se utiliza la formula

$$Y_t : Y_{(t-1)} + \mu_t$$

Si el coeficiente $Y_{(t-1)}$ es igual a 1, existe problema de Raíz Unitaria, presentándose la no estacionariedad de la variable.

Prueba Dickey Fuller: También llamada prueba Tau, se le llama así a la prueba en honor a sus descubridores, quienes tabularon el valor del estadístico t con base en simulaciones de Montecarlo.

Regresión Espuria: Cuando una regresión estimada presenta un R^2 mayor que el d (Durbin Watson), esto conlleva que superficialmente los resultados se ven bien, pero al ensayar las regresiones repetidas veces se vuelven sospechosos.

Coefficientes (Coefficient): Recoge el valor de los estimadores de los parámetros asociados a cada una de las variables explicativas. Cada uno de estos estimadores recoge el cambio que experimenta la variable endógena ante un cambio unitario de la variable explicativa correspondiente, suponiendo que las demás variables permanecen constantes.

Error Estándar (Std Error): Recoge la desviación típica de los estimadores y el grado de confianza que podemos depositar en nuestras estimaciones.

T estadístico (t-statistic): Permite contrastar la hipótesis de que el coeficiente es igual a cero ($H_0: \beta_i=0$ frente a $H_1: \beta_i \neq 0$) y que por lo tanto, la variable en cuestión no es individualmente significativa para explicar el comportamiento de la variable endógena.

Probabilidad (Probability): Indica la probabilidad de cometer el error de rechazar la hipótesis nula siendo cierta, estos valores están calculados a partir de la distribución t Student con T-K- grados de libertad, siendo K+1 el número de coeficientes de regresión con el término constante.

R Cuadrado (R-Squared - R^2): Es el coeficiente de determinación que sirve para valorar el éxito de la regresión para predecir los valores de la variable endógena dentro del periodo muestral.

R Cuadrado Ajustado (Adjusted R-Squared - R^2): Se obtiene a partir del R^2 permite comparar la capacidad explicativa de los modelos referidos a una misma muestra de la misma variable endógena con distintos números de variables explicativas.

Error Estándar de la Regresión (S.E. of Regresión): Analiza la capacidad explicativa del modelo, pues recoge la función objetivo ponderada por sus grados de libertad.

Suma de los Errores al Cuadrado (Sum Squared Resid): Es el valor de la función objetivo en el mínimo, cuando se estima por mínimos cuadrados ordinarios, es decir, cuando obtenemos los estimadores de modo que las diferencias entre el valor observado de Y y el estimado sean los mas pequeños posibles.

Logaritmo de la Función Verosimilitud (Log Likelihood): Es el valor de la función objetivo por el máximo cuando estimamos por máxima verosimilitud, es decir, cuando obtenemos los estimadores de los parámetros que maximizan la probabilidad de la muestra, o lo que es lo mismo, los más verosímiles dada la muestra disponible.

Estadístico Durbin-Watson (Durbin-Watson Stat): Sirve para contrastar la hipótesis de la incorrelación entre las perturbaciones aleatorias frente a la presencia de autocorrelación. El estadístico d toma valores entre 0 y 4, de forma que si no hay correlación serial, su valor estará alrededor de 2, mientras que valores cercanas a 0 indica la presencia de autocorrelación positiva y valores cercanos a 4 indica la presencia de autocorrelación negativa.

Criterio de Información de Akaike (Akaike Info Criterion) / Criterio de Schwarz (Schwarz Criterion): Son dos estadísticos que sirven para analizar la capacidad explicativa de un modelo y permiten realizar comparaciones a este respecto entre modelos anidados.

Estadístico Fisher (F-Statistic): Contrasta si los parámetros asociados a las variables explicativas del modelo (exceptuando el término independiente) son

conjuntamente iguales a cero. Este Estadístico permite contrastar la capacidad explicativa conjunto de las variables introducidas en el modelo.

Probabilidad del Estadístico Fisher (Prob F-Statistic): Mide la probabilidad de rechazar la hipótesis nula siendo cierta, se calcula con **K** grados de libertad en el numerador y **T-K-1** en el denominador.

Multicolinealidad: Es el grado de relación lineal existentes entre las observaciones de las variables explicativas, pueden presentarse tres tipos de Multicolinealidad que son:

Multicolinealidad Perfecta: Se da cuando existe una relación lineal exacta entre algunos o todos los regresores incluidos en el modelo.

Multicolinealidad Imperfecta: Consiste en la existencia de una relación lineal fuerte entre los regresores del modelo.

Ortogonalidad: supone la ausencia de relación lineal entre algunos o todos los regresores incluidos en el modelo. Esta clase de Multicolinealidad no se tiene en cuenta debido a que en la práctica se presenta raramente.

Heteroscedasticidad: Significa que la varianza de las perturbaciones no es constante a lo largo de las observaciones y supone una violación de una de las hipótesis sobre las que se asienta el modelo de regresión lineal básica, el cual dice que la varianza de cada término de perturbación μ_i , condicionados a los valores seleccionados de las variables explicativas, es algún número constante igual a σ^2 ; este es el supuesto de Homoscedasticidad.

Prueba Goldfeld–Quant: Este contraste restringe la hipótesis alternativa, es decir la estructura de la Heteroscedasticidad a una relación monótona, creciente o decreciente, entre la varianza de las perturbaciones y el valor de solamente uno de los regresores o de los valores estimados de la variable endógena.

Autocorrelación: Se produce cuando las perturbaciones del modelo presentan correlaciones entre ellas.

Prueba Breush–Godfrey: Es un contraste asintótico de multiplicadores de Lagrange en el que el estadístico se calcula como el producto del tamaño muestral (con el que se ha estimado el modelo) y el coeficiente de determinación de una regresión auxiliar de los residuos mínimos cuadráticos en función de r retardos de los mismos y de las variables explicativas del modelo. Bajo la hipótesis nula, el estadístico de Breush-Godfrey se distribuye como la Chi-cuadrado con r grados de libertad.

Prueba de las Rachas: Es también llamada **Prueba de Geary** y tiene como característica principal el signo positivo o negativo de cada uno de los residuos de la regresión. Se define como una secuencia ininterrumpida de un símbolo o atributo tal como + o -.

Regla de Klien: Sugiere que la multicolinealidad puede ser un problema complicado solamente si el R^2 obtenido de una regresión es mayor que el R^2 global, es decir aquel obtenido de la regresión de Y sobre todos los regresores.

Transformación de Prais Winsten: Debido a que se pierde una observación en el procedimiento de diferenciación del valor de una variable en el periodo de tiempo anterior, se hace esta transformación para evitar dicha pérdida, modificando la primera observación sobre Y y X, de la siguiente forma:

$$Y_1 \sqrt{1 - \rho^2} \text{ y } X_1 \sqrt{1 - \rho^2}$$

ρ_k : Es la función de autocorrelación y es un número sin unidad de medida que se encuentra entre -1 y +1 y se define como:

$$\rho_k = \gamma_k / \gamma_0 \quad \rho_k = \text{Covarianza al rezago } k / \text{varianza}$$

4. DESARROLLO DE LOS MODELOS

Teniendo en cuenta que las series económicas y financieras son series de tiempo que pueden presentar problemas de estacionariedad, debemos realizar pruebas a la variable dependiente. Debemos calcular el error estándar, con el fin de probar la hipótesis nula de que los ρ_k son iguales a cero y la alternativa de que los ρ_k son diferentes de cero, para calcularlo dividimos 1 sobre la raíz del número de datos, en nuestro caso 1 sobre la raíz de 32 = 0.1767. Se considera una distribución normal de 1.96 al 95% de confianza, entonces el intervalo es + o - 1.96*0.1767, que es: - 0.3463 y + 0.3463, y se prueba con un Chi cuadrado a 25 rezagos o grados de libertad lo que es igual a 14.61 al 95% de confianza, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula de que todos los ρ_k son iguales a cero. A su vez se realizan otras pruebas para la comprobación de estacionariedad de las variables como los son el de la raíz unitaria, Dickey Fuller y la estacionariedad en primera diferencia, las cuales se encuentran en los anexos, estas pruebas serán aplicadas para los cuatro modelos.

4.1 COMPAÑÍA DE CEMENTOS ARGOS

Este modelo cuenta con 20 variables explicativas que son: RPG, Q-Tobin, UPA, Ventas por Acción, Razón de Endeudamiento, Margen Bruto, Margen Neto, Rentabilidad del Activo, Rentabilidad del Patrimonio Neto, Capitalización Bursátil, Dividendo Efectivo Pagado, Dividendo Yield, IGBC, DTF, IPC, LIBOR, IPC, S&P 500, Oferta Monetaria, PIB y la variable dependiente Precio de Cierre de la acción que va a ser analizada en este proyecto *ver tabla de datos No 1 en los anexos*. Para esto, debemos primero analizar si nuestra variable dependiente es estacionaria o

presenta algún tipo de sesgo en la periodicidad ya establecida (desde el primer trimestre de 1.996 hasta el último trimestre de 2.003) *ver gráfica No. 1 de anexos.*

MODELO INICIAL

Precio de cierre = c(1) + IGBC +IPC + DTF + TRM + PIB + S&P 500 + M1 + Libor + RPG + Q Tobin + Div Yield + Div Efct + Capital Bursátil + UPA + Ventas por acción + Endeudamiento + Margen bruto + Margen neto + Rent. Activo + Rent. Patrimonio

$$Y = 0.026 - 0.0027*IGBC + 0.0086*IPC - 0.031*DTF - 0.035*TRM - 0.074*PIB - 0.0015*SP - 0.0018*M1 - 0.059*LIBOR - 0.0029*RPG + 0.0089*Q + 0.344*DIVYIELD + 0.0043*DIVEFCT + 0.996*CAPITALBURSATIL + 0.0033*UPA + 0.0009*VTAS - 0.076*ENDEUD - 0.0084*MARGB + 0.0012*MARGN - 0.255*RENTANCT - 0.1516*RENTPAT$$

Al no existir ninguna de las variables anteriores, el precio de las acciones variaría en 2.6%. Mientras un cambio de una unidad en el IGBC disminuiría el precio de las acciones en 0.27%, el IPC aumentaría el precio en 0.86%, la DTF reduciría el precio en 3.1%, la TRM en 3.5%, el PIB en 7.4%, el S&P 500 en 0.15%, M1 en 0.18%, la Libor en 5.9%, el R.P.G en 0.29%, el Q aumentaría el precio en 0.89%, la div yield en 34.4%, la div efectivo pagado en 0.43% el capital bursátil en 99.6% , la UPA en 0.33% las ventas por acción en 0.09% el endeudamiento afectaría negativamente el precio en 7.6%, el margen bruto en 0.84%, el margen neto afectaría positivamente el precio aumentándolo en 0.12%, y finalmente la rentabilidad tanto de los activos como del patrimonio afectarían negativamente el precio en 2.55% y 15.15% respectivamente

Teniendo en cuenta una hipótesis nula de que los coeficientes son iguales a cero y una alternativa de que son diferentes procedemos a probar la hipótesis; con unos grados de libertad de n (numero de datos) – k (numero de variables), tenemos que: $32-21=11$. Buscamos el t estadístico en la tabla t Student al 95% de confianza y tenemos que es igual a 2,201. Ver anexo tabla No 2 Probamos con todos los t críticos para verificar que variables resultan significativa para explicar el precio de las acciones. Verificamos donde caen los t críticos teniendo en cuenta que el intervalo de confianza es de -2.201 y $+2.201$, entonces: Dividendo Yield (4.397628) y capital bursátil (41.64910) caen fuera del intervalo, lo cual quiere decir que para estas dos variables se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa al 95% de confianza, lo que significa que estas dos variables resultan significativas para explicar el precio de las acciones.

La siguiente tabla presenta los t estadísticos de cada variable:

| Variable | t-Statistic |
|-----------------|-------------|
| PIB | -0,741493 |
| MARGEN_NETO01 | 0,875429 |
| MARGEN_BRUTO01 | -0,821844 |
| M1 | -0,064016 |
| LIBOR | -1,088927 |
| IGBC | -0,2684 |
| IPC | 0,339976 |
| ENDEUDAM_01 | -0,700956 |
| DIV_EFEC_PAG_01 | 1,065266 |
| DTF | -0,994259 |
| DIV_YIELD01 | 4,397628 |
| CAP_BURSATIL01 | 41,6491 |
| Q_TOBIN01 | 0,303152 |
| RENT_DEL_ACT_01 | -0,117275 |
| RENT_PAT_NET_01 | -0,074429 |
| RPG | -0,239868 |
| S_P_50001 | -0,070803 |
| TRM | -1,487043 |
| UPA | 1,581538 |
| VTAS_X_ACC_01 | 0,307814 |
| C | 1,289203 |

Ahora, las variables en su totalidad explican el 99.98% (R^2) de los cambios en el precio de las acciones durante el periodo estudiado. Después de considerar los grados de libertad y las variables, aún se explican el 99.57% (R^2) de las variaciones producidas en la variable Y

Al analizar Fischer y teniendo en cuenta un F estadístico de 3629.413 verificamos con el F crítico para probar la efectividad del modelo con k-1 grados de libertad para el numerador y n-k grados de libertad para el denominador, entonces: $21-1=20$ y $32-21=11$, con 20 y 11 grados de libertad al 95% de confianza obtenemos un valor de 2.31 Ver anexo Tabla No. 4, lo cual quiere decir que aceptamos la hipótesis alternativa de que no todos los coeficientes dependientes son simultáneamente cero.

A continuación se muestran los estadísticos de la Regresión para este modelo:

| | | | |
|---------------------------|----------|------------------------------|-----------|
| R-squared | 0.999848 | Mean dependent var | 0.022221 |
| Adjusted R-squared | 0.999573 | S.D. dependent var | 0.178311 |
| S.E. of regression | 0.003685 | Akaike info criterion | -8.12464 |
| Sum squared resid | 0.000149 | Schwarz criterion | -7.162751 |
| Log likelihood | 150.9942 | F-statistic | 3629.413 |
| Durbin-Watson stat | 2.599938 | Prob(F-statistic) | 0 |

Debido a que nuestro proyecto es un modelo econométrico, se pueden presentar algunos problemas como son Multicolinealidad, Heteroscedasticidad y Autocorrelación, que serán detectados y corregidos a continuación.

4 .1.1 MULTICOLINEALIDAD

Cuando el coeficiente de correlación parcial es mayor que el R cuadrado del modelo existe un problema de correlación entre variables, que también se presenta cuando los t estadísticos son bajos, el error estándar es alto y el número de datos es bajo. Ver anexo Cuadro No. 04

Inicialmente se presenta una aparente colinealidad entre Q Tobin y capital bursátil (0.908505), Div Yield y DTF (0.837020), RPG y capitalización bursátil (0.858399), y finalmente rentabilidad del patrimonio contra rentabilidad de los activos (0.997595).

En el primer caso, se presenta: el R cuadrado de esta regresión auxiliar es 82.54% y la Fischer es 141.80, *ver anexo cuadro No. 05* entonces con grados de libertad $k-2$ y $n-k+1$ tenemos que, $2-1=1$ y $32-2+1=31$ entonces los grados de libertad son 1 y 31 y tenemos un f crítico de 9.67 *Ver Tabla No. 4*; debido a que 141.8052 es mayor que 9.67 tenemos un problema de colinealidad entre ambas variables. Según la regla de Klien: 82.54% es menor que 99.98% entonces hay multicolinealidad.

En nuestro segundo caso, el R cuadrado de esta regresión auxiliar es 70.06% y la Fischer es 70.20, *ver anexo cuadro No. 06*; entonces con grados de libertad $k-2$ y $n-k+1$ tenemos que, $2-1=1$ y $32-2+1=31$ entonces los grados de libertad son 1 y 31 y tenemos un f crítico de 9.67 *Ver Tabla No. 4*; debido a que 70.20 es mayor que 9.67 tenemos un problema de colinealidad entre ambas variables. Según la regla de Klien: 70.06%% es menor que 99.98% entonces hay colinealidad. Debido a que el R cuadrado es muy bajo para comparar se exime del estudio.

En nuestro tercer caso el R cuadrado de esta regresión auxiliar es 73.69% y la Fischer es 84, *ver anexo cuadro No. 07*; entonces con grados de libertad $k-2$ y $n-k+1$ tenemos que, $2-1=1$ y $32-2+1=31$ entonces los grados de libertad son 1 y 31 y tenemos un f crítico de 9.67 *Ver Tabla No. 4*; debido a que 84 es mayor que 9.67 tenemos un problema de colinealidad entre ambas variables. Según la regla de Klien: 73.69%% es menor que 99.98% entonces hay colinealidad. Debido a que el R cuadrado es muy bajo para comparar se exime del estudio.

En nuestro cuarto caso el R cuadrado de esta regresión auxiliar es 99.52% y la Fischer es 6215.495, *ver anexo cuadro No. 08*; entonces con grados de libertad $k-2$ y $n-k+1$ tenemos que, $2-1=1$ y $32-2+1=31$ entonces los grados de libertad son 1 y 31 y tenemos un f crítico de 9.67 *Ver Tabla No. 4*; debido a que 6215.495 es mayor que 9.67 tenemos un problema de colinealidad entre ambas variables. Según la regla de Klien: 99.52% es menor que 99.98% entonces hay colinealidad.

En conclusión, La matriz de correlación muestra un coeficiente de 0.908505 que pone de manifiesto la alta correlación existente entre ambas variables. Podemos decir entonces que Q-Tobin explica el 82.54% de los cambios en el capital bursátil, mientras, que el 99.52% de los cambios ocurridos en el rendimiento de los activos es explicado por el rendimiento del patrimonio.

Ahora bien, cuando se tiene en cuenta la variable dependiente en el estudio de correlación tenemos que: Capitalización bursátil, Q-Tobin, y el RPG presentan una alta correlación con el precio de las acciones, entonces explicamos que para el caso de la capitalización bursátil, el 99.84% de los cambios en el precio del cierre son explicados por la capitalización bursátil, *ver anexo cuadro No. 09*. Para el caso del Q-Tobin, el 81.58 de los cambios en el precio del cierre son explicados por el Q-Tobin *ver anexo cuadro No. 10*. El 73.05% de los cambios ocurridos en el precio del cierre son explicados por el RPG *ver anexo cuadro No. 11*.

Teniendo en cuenta el porcentaje de explicación, el capital bursátil y la rentabilidad del patrimonio, se consideraran variables multicolineales con los otros regresores.

Solución

Al eliminar la variable multicolineal debe tenerse en cuenta en no caer en un error de especificación o de omisión, entonces procederemos a eliminar las variables explicativas anteriormente citadas. Corremos nuevamente el modelo econométrico

y nos da como resultado un r cuadrado de 0.968551, menor que el inicial pero mas confiable, un R ajustado de 0.925007, una suma cuadrado del error de 0.0300997 y un Fischer de 22.24.

Se corre una nueva matriz de correlaciones y se verifica, en la nuestra la eliminación de ambas variables nos reduce considerablemente el r ajustado por lo tanto se debe probar cual de la dos variables es mas relevante para el modelo, en este caso es la rentabilidad del patrimonio, nos causa multicolinealidad, mientras el capital bursátil permite un mejor r cuadrado y sigue siendo no significativo para el modelo.

Teniendo en cuenta el R ajustado nos damos cuenta que la multicolinealidad se corrige sin caer en un sesgo de especificación, dado que el R ajustado inicial es de 0.9995, luego de correr el modelo sin capital bursátil y sin rentabilidad del patrimonio es de 0.92 *ver anexo cuadro No. 12* y luego de introducir capital bursátil es de 0.9996, *ver anexo cuadro No. 13*.

4.1.2 HETEROSCEDASTICIDAD

Se detecta definiendo la variable heteroscedástica. *ver gráfica No. 2 de anexos*.

Entre todos los gráficos de dispersión escogemos la variable más dispersa, decidimos tomar el margen bruto.

Prueba Breush – Godfrey:

Dado que la prueba Goldfeld – Quant no se puede efectuar por insuficiencia de datos, se realizará la prueba Breush - Godfrey.

Partiendo del *cuadro No.13* que se encuentra en el anexo, el R cuadrado es 0.999848 y la suma cuadrado del error es 0.000149, dividimos la suma cuadrado del error entre el numero de datos, $0.000149/32 = 0.000004656$ esa es la varianza al cuadrado. En la tabla se dividen los residuales que aparecen en el programa de E-views por el 0.000004656, esto se puede observar en el *cuadro no. 14*.

Entonces corremos la regresión entre p y las demás variables explicativas *ver anexo cuadro No. 12*, donde el R cuadrado es 0.9579 y la suma cuadrado del error es 60157691. Dividimos la suma cuadrado del error entre dos, es decir $60157691/2=30078845.50$, con grados de libertad total al número de regresores en este caso 19, para el 95% de confianza el chi calculado es 30.1435 *ver anexos tabla no. 3*, como el chi calculado es mayor que el critico se rechaza la hipótesis nula de homoscedasticidad, lo cual indica que existe problemas de heteroscedasticidad.

SOLUCION:

Para corregir tomamos la variable heteroscedástica: margen bruto y dividimos toda la regresión por ella, *ver anexo cuadro No. 16*

Observamos que el error disminuyó, los estimadores t mejoraron considerablemente, así como los R2 y los R ajustados, lo cual indica solución al problema de heteroscedasticidad

4.1.3 AUTOCORRELACIÓN

La autocorrelación es la inercia de la variable dependiente para responder a las explicativas.

Lo primero que se hace es analizar la regresión y observar el d o Durbin Watson, el Durbin Watson de nuestra regresión es 2.607313 que comparado con el d_l de la tabla con n datos y $k-1$ variables, nos da: $n=32$ $k-1=18$ $d_l=0.299$ al 95% de confianza, *ver anexos tabla no. 6* Si d es mayor a d_l , no existe autocorrelación, Entonces: 2.607313 es mayor a 0.299 lo cual indica que no existe autocorrelación. Aunque según el Durbin Watson no existe autocorrelación, al analizar gráficamente podemos observar la existencia de autocorrelación *ver anexos cuadro no. 17*

SOLUCIÓN:

ρ basado en el estadístico d de Durbin Watson:

Si $d = 2.607313$ por lo tanto $R_o = 1 - (2.607313)/2 = - 0.3036565$, ahora se transforma la base de datos, según la transformación de Prais – Winsten *ver anexos cuadro no. 18*. El nuevo modelo tiene un R cuadrado de 0.999849, un R ajustado de 0.991611 y un $d = 2.193951$ *ver anexos cuadro no. 19*, que al ser comparado con d_u en la tabla 3.050 demuestra que persiste la correlación serial, sin embargo las tablas de Durbin Watson pueden no ser apropiadas para probar la presencia de correlación serial en la información que ya ha sido ajustada por autocorrelación. Por consiguiente, se puede utilizar una de las pruebas no paramétricas, como por ejemplo la prueba de las rachas para los residuales.

Verificando la información de los residuales tenemos 14 datos positivos, 18 negativos y 17 rachas. Realizando los cálculos respectivos tenemos:

$$E(K) = (2 * n_1 * n_2 / (n_1 + n_2)) + 1$$

$$E(K) = (2*14*18/32)+1 = 16.75$$

Varianza de K = $(2*14*18) * (2*14*18-14-18) / (322*31) = 7.493951613$ y su raíz cuadrada es la desviación estándar de K = 2.737508285

El número de rachas debe encontrarse dentro del intervalo **$(E(K) \pm 1.96*2.7375)$** ver tabla no 5 en los anexos, entonces el intervalo es: (-11.3845 y + 22.1155), entonces como k = 17 y cae dentro del intervalo concluimos que no se rechaza la hipótesis nula de que la secuencia observada de los residuales es aleatoria al 95% de confianza, en decir solucionamos el problema de la autocorrelación.

4.1.4 MODELO FINAL

Una vez solucionados todos los problemas procedemos a plantear la ecuación final, los datos se encuentran en el siguiente cuadro:

$$Y = 0.019059 - 0.0041*IGBC + 0,166249*IPC - 0,017768*DTF - 0,036474*TRM - 0,110179PIB - 0,015544*S\&P\ 500 + 0,017595*M1 - 0,024543*Libor - 4,17E-05*RPG + -0,00666*Q\ Tobin + 0,318582*Div\ yield + 0,00398*Div\ efectivo + 1,007676*Capitalización\ Bursátil + 0,002181*UPA + 0,000472*Ventas\ por\ acción - 0,037928*Endeudamiento - 0,002162*Margen\ bruto + 0,001373*Margen\ neto - 0,406347*Rentabilidad\ del\ activo$$

Observando la ecuación final se puede concluir que si no existiera ninguna de las variables anteriores, el precio de la acción variaría en 1.90%. Mientras un cambio de una unidad en el IGBC disminuiría el precio de las acciones en 0.41%, el IPC aumentaría el precio en 16.62%, la DTF reduciría el precio en 1.77%, la TRM en 3.6474%, el PIB disminuiría en 11.01%, el S&P 500 en 0.15%, el M1 incrementaría en 1.76%, la Libor reduciría en 2.45%, el R.P.G en -0.004.17%, el Q Tobin

aumentaría el precio en 0.06%, el Div yield en 31.85%, el Div efectivo pagado en 0.39% el capital bursátil en 100.76% , la UPA en 0.21% las ventas por acción en 0.047% el endeudamiento afectaría negativamente el precio en 3.8%, el margen bruto en 0.21%, el margen neto afectaría positivamente el precio aumentándolo en 0.14%, y finalmente la rentabilidad de los activos en 40.63%.

El siguiente cuadro muestra la regresión final para este modelo:

| Dependent Variable: Y_01 | | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| Method: Least Squares | | | | |
| Date: 03/25/05 Time: 17:23 | | | | |
| Sample: 1 32 | | | | |
| Included observations: 32 | | | | |
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| IGBC | -0,0041 | 0,010577 | -0,387631 | 0,7051 |
| IPC | 0,166249 | 0,239624 | 0,693792 | 0,501 |
| DTF | -0,017768 | 0,018716 | -0,949361 | 0,3612 |
| TRM | -0,036474 | 0,02257 | -1,616049 | 0,1321 |
| PIB | -0,110179 | 0,08849 | -1,245108 | 0,2369 |
| SP | -0,015544 | 0,020354 | -0,763708 | 0,4598 |
| M1 | 0,017595 | 0,02584 | 0,680922 | 0,5088 |
| LIBOR | -0,024543 | 0,048236 | -0,508808 | 0,6201 |
| RPG | -4,17E-05 | 0,01219 | -0,003425 | 0,9973 |
| Q | -0,00666 | 0,020691 | -0,32187 | 0,7531 |
| DIVEFE | 0,00398 | 0,004553 | 0,874119 | 0,3992 |
| DIVYIELD | 0,318582 | 0,072918 | 4,36907 | 0,0009 |
| CAPITAL | 1,007676 | 0,015268 | 65,99771 | 0 |
| UPA | 0,002181 | 0,002099 | 1,039151 | 0,3192 |
| VENTAS | 0,000472 | 0,002789 | 0,169283 | 0,8684 |
| ENDEUD | -0,037928 | 0,050833 | -0,746119 | 0,47 |
| MARGENB | -0,002162 | 0,008365 | -0,258438 | 0,8004 |
| MARGENN | 0,001373 | 0,001222 | 1,123392 | 0,2832 |
| RENTACT | -0,406347 | 0,228896 | -1,775245 | 0,1012 |
| C | 0,019059 | 0,012145 | 1,569259 | 0,1426 |
| R-squared | 0,999849 | Mean dependent var | | 0,028348 |
| Adjusted R-squared | 0,999611 | S.D. dependent var | | 0,18827 |
| S.E. of regression | 0,003713 | Akaike info criterion | | -8,08462 |
| Sum squared resid | 0,000165 | Schwarz criterion | | -7,16854 |
| Log likelihood | 149,354 | F-statistic | | 4193,604 |
| Durbin-Watson stat | 2,193951 | Prob(F-statistic) | | 0 |

4.1.5 VALIDACIÓN DEL MODELO

Llevando este modelo a la práctica con un periodo pronosticado y reemplazando los resultados para los cuatro trimestres de 2004, la variación posible para este trimestre son de 13.702%, 8.025%, 11.911% y 12.454%, en donde el inversionista puede estar esperando dicha rentabilidad trimestral y de esta forma puede hacerse una idea viable de inversión, permitiéndole arbitrar en el mercado

La siguiente tabla muestra la comparación entre el pronóstico utilizando promedio móvil y el valor en bolsa de la acción.

| TRIMESTRE | VALOR BOLSA | PRONÓSTICO |
|------------------|--------------------|-------------------|
| 1T 2004 | 30% | 13.70% |
| 2T2004 | -10.23% | 8.02% |
| 3T 2004 | 22.63% | 11.91% |
| 4T 2004 | 0.01% | 12.45% |

Fuente: Infofinanciera

4.2 BAVARIA S.A

Este modelo cuenta con 19 variables explicativas que son: RPG, Q-Tobin, UPA, Ventas por Acción, Razón de Endeudamiento, Margen Bruto, Margen Neto, Rentabilidad del Activo, Rentabilidad del Patrimonio Neto, Capitalización Bursátil, Dividendo Yield, IGBC, DTF, IPC, LIBOR, IPC, S&P 500, Oferta Monetaria, PIB y la variable dependiente Precio de Cierre de la acción que va a ser analizada en este proyecto *ver tabla de datos No 2 en los anexos*. Para esto, debemos primero analizar si nuestra variable dependiente es estacionaria o presenta algún tipo de sesgo en la periodicidad ya establecida (desde el primer trimestre de 1.996 hasta el último trimestre de 2.003) *ver gráfica No. 3 de anexos*.

MODELO INICIAL

Precio de Cierre = $c(1) + \text{IGBC} + \text{IPC} + \text{DTF} + \text{TRM} + \text{PIB} + \text{S\&P 500} + \text{M1} + \text{Libor} + \text{RPG} + \text{Q Tobin} + \text{Dividendo Yield} + \text{Capitalización Bursátil} + \text{UPA} + \text{Ventas por acción} + \text{Endeudamiento} + \text{Margen bruto} + \text{Margen neto} + \text{Rentabilidad del Activo} + \text{Rentabilidad del Patrimonio}$

$Y = 0.406 + 0.107*\text{IGBC} + 4.01*\text{IPC} - 0.47*\text{DTF} + 0.35*\text{TRM} + 0.27*\text{PIB} + 0.23*\text{S\&P 500} - 0.10*\text{M1} - 0.93*\text{LIBOR} + 0.13*\text{RPG} + 0.18*\text{Q} - 3.40*\text{DIVIDENDO YIELD} + 0.41*\text{CAPITALIZACIÓN BURSÁTIL} - 0.01*\text{UPA} + 0.06*\text{VENTAS POR ACCIÓN} - 0.03*\text{ENDEUDAMIENTO} - 0.47*\text{MARGEN BRUTO} + 0.46*\text{MARGEN NETO} + 3.35*\text{RENTABILIDAD DEL ACTIVO} - 0.33*\text{RENTABILIDAD DEL PATRIMONIO}$

Al no existir ninguna de las variables anteriores, el precio de las acciones variaría en 40.6%. Con un cambio de una unidad en el IGBC aumentaría el precio de las acciones en 10.7%, el IPC aumentaría el precio en 401%, la DTF reduciría el precio en 47%, la TRM aumentaría el precio en 35%, el PIB en 27%, el S&P 500 en 23%, m1 reduciría el precio en 10%, la Libor en 93%, el RPG aumentaría el precio en 13%, el Q Tobin aumentaría el precio en 18%, la Div. yield reduciría el precio en 340%, el capital bursátil aumentará el precio en 41% , la UPA lo reduciría en 1% las ventas por acción lo aumentarían en 6% el endeudamiento afectaría negativamente el precio en 3%, el margen bruto en 47%, el margen neto afectaría positivamente el precio aumentándolo en 46%, y finalmente la rentabilidad tanto de los activos como del patrimonio afectarían positivamente y negativamente el precio en 335% y 33% respectivamente.

Teniendo en cuenta una hipótesis nula de que los coeficientes son iguales a cero y una alternativa de que son diferentes procedemos a probar.

Con unos grados de libertad de $n-k$, tenemos que: $32-20=12$. Buscamos el t estadístico en la tabla al 95% de confianza y tenemos que: 2.179. *Ver anexo Tabla No 2* Probamos con todos los t críticos para verificar que variables resultan significativa para explicar el precio de las acciones.

A continuación se muestra la tabla con los t estadísticos para cada variable:

| Variable | t-Statistic |
|-------------|-------------|
| IGBC | 0,454832 |
| IPC | 1,45296 |
| DTF | -1,160923 |
| TRM | 0,991294 |
| PIB | 0,34932 |
| S_P_50001 | 0,740386 |
| M1 | -0,285618 |
| LIBOR | -0,901771 |
| DIV_YIELD01 | -1,024558 |

| | |
|-----------------|-----------|
| Q_TOBIN01 | 1,764272 |
| RPG | 0,715408 |
| UPA | -0,096602 |
| VTAS_X_ACC_01 | 0,208289 |
| CAP_BURSATIL01 | 2,082979 |
| ENDEUDAM_01 | -0,028558 |
| MARGEN_BRUTO01 | -0,430226 |
| MARGEN_NETO01 | -0,541863 |
| RENT_DEL_ACT_01 | 0,323003 |
| RENT_PAT_NET_01 | -0,039457 |
| C | 0,631949 |

Las variables en su totalidad explican el 95.25% (R^2) de los cambios en el precio de las acciones durante el periodo estudiado. Después de considerar los grados de libertad y las variables, aún se explican el 87.74% (R^2) de las variaciones producidas en la variable Y.

Analizando Fischer y teniendo en cuenta un F estadístico de 12.68 verificamos con el F crítico para probar la efectividad del modelo con k-1 grados de libertad para el numerador y n-k grados de libertad para el denominador, entonces: $20-1=19$ y $32-20=12$, con 19 y 12 grados de libertad al 95% de confianza obtenemos 2.31 *Ver anexo Tabla No 4* , lo cual quiere decir que aceptamos la hipótesis alternativa de que no todos los coeficientes de pendiente son simultáneamente cero.

Verificamos donde caen los t críticos teniendo en cuenta que el intervalo de confianza es de -2.179 y $+2.179$, Todas las variables caen dentro del intervalo, lo que significa que para todas las variables se acepta la hipótesis nula al 95% de confianza, lo cual quiere decir que estas variables resultan poco significativas para explicar el precio de las acciones

La siguiente tabla muestra los estadísticos de la regresión para este modelo:

| | | | |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------|
| R-squared | 0.952538 | Mean dependent var | 0.070685 |
| Adjusted R-squared | 0.877391 | S.D. dependent var | 0.162141 |
| S.E. of regression | 0.056775 | Akaike info criterion | -2.630285 |
| Sum squared resid | 0.03868 | Schwarz criterion | -1.714201 |
| Log likelihood | 62.08457 | F-statistic | 12.67558 |
| Durbin-Watson stat | 2.748984 | Prob(F-statistic) | 0.000031 |

Como se presentó en el caso de la Compañía de Cementos Argos, este modelo podría presentar problemas de Multicolinealidad, Heteroscedasticidad y Autocorrelación.

4.2.1 MULTICOLINEALIDAD

Inicialmente se presenta una aparente colinealidad capital bursátil y precio de cierre (0.9194419) *ver anexos cuadro no. 23*

En este caso el R cuadrado es 0.8454, lo cual indica que el 84.54% de los cambios que ocurren en el precio de las acciones son explicados por el capital bursátil *ver anexos cuadro no. 24*. Además la Fischer es 164.0132 y con grados de libertad $k-2$ y $n-k+1$ tenemos que los grados de libertad son 1 y 31, siendo el F crítico de 9.67 *ver tabla No. 4*; ya que 164.0132 es mayor que el F crítico tenemos un problema de multicolinealidad entre ambas variables. Según la regla de Klien como 84.54% es menor que 95.25% existe colinealidad.

Teniendo en cuenta el porcentaje de explicación, el capital bursátil se considerara variable multicolineal con los otros regresores.

SOLUCIÓN:

Al eliminar la variable multicolineal debe tenerse en cuenta no caer en un error de especificación o de omisión, entonces procederemos a eliminar la variable explicativa anteriormente citada.

Tenemos un R cuadrado de 0.9354, menor que el inicial pero más confiable, un R ajustado de 0.8459, una suma cuadrado del error de 005266 y un Fischer de 10.45 *ver anexos cuadro no. 25*.

Sin embargo teniendo en cuenta la correlación existente entre el rendimiento del activo y del patrimonio, y la alta variabilidad que se presenta en el precio de las acciones por concepto de div. yield y del rendimiento de los activos, procederemos a probar el modelo sacando estas dos últimas variables e incluyendo

capitalización bursátil con el fin de observar si se mejora el R ajustado, de modo tal que no estemos incurriendo en un sesgo de especificación.

Tenemos un R cuadrado de 0.948249, menor que el inicial pero mas confiable, un R ajustado de 0.8854, una suma cuadrado del error de 0.0422 y un Fischer de 15.09 *ver anexos cuadro no. 26*

Teniendo en cuenta el R ajustado nos damos cuenta que la multicolinealidad se corrige sin caer en un sesgo de especificación, dado que el R ajustado inicial es de 0.8774, luego de correr el modelo sin DIVIDENDO YIELD Y SIN RENTABILIDAD DEL ACTIVO es de 0.8854, por lo tanto el modelo se correrá sin estas dos variables.

4.2.2 HETEROCEDASTICIDAD

Entre todos los gráficos de dispersión escogemos la variable mas dispersa *ver anexos gráfica no. 2*, que en este caso es M1.

Prueba Breush – Godfrey

Teniendo en cuenta que la prueba Goldfeld – Quant no se puede efectuar por insuficiencia de datos, se realizará la prueba Breush – Godfrey

Tomando la regresión final sin el Div. yield y el Rendimiento del activo, tomamos los errores estándar de cada variable, la suma cuadrado del error y el R cuadrado.

Partiendo del cuadro No 26 ubicado en los anexos, vemos que el R cuadrado es 0.948249 y la suma cuadrado del error es 0.0422. Dividimos la suma cuadrado del error entre el número de datos, $0.0422/32 = 0.001319$ esa es la varianza al

cuadrado. En la tabla se dividen los residuales que aparecen en el programa de E-views por el 0.001319 y

Se corre la regresión entre p y las demás variables explicativas *ver anexo cuadro No. 28*. El r cuadrado es 0 y la suma cuadrado del error es 24242.45 *ver anexo cuadro No. 29*.

Dividimos la suma cuadrado del error entre 2, es decir, $24242.45/2=12121.23$ con grados de libertad total al número de regresores en este caso 18, entonces al 95% el chi critico es, 28.8693 *ver tabla No. 3*. Como el Chi calculado es menor que el crítico se acepta la hipótesis nula de homoscedasticidad, lo cual indica que no existe un problema de heteroscedasticidad.

4.2.3 AUTOCORRELACIÓN

Lo primero que se hace es analizar la regresión y observar el d o Durbin Watson, el Durbin Watson de nuestra regresión es 2.829374 *ver anexo cuadro No. 29*. Que comparado con el DI. de la tabla con n datos y k-1 variables, nos da: $n = 32$
 $k-1 = 17$, $DI = 0.349$ al 95% de confianza *ver tabla No 6*, si d es mayor a DI, no existe autocorrelación. Por lo tanto: 2.607313 es mayor a 0.349 lo cual indica que no existe autocorrelación. Sin embargo, al analizar gráficamente podemos observar la existencia de autocorrelación *ver anexos cuadro no 30*.

p basado en el estadístico d de Durbin Watson

Si $d = 2.829374$ por lo tanto $R_o = 1 - (2.829374) / 2 = -0.414687$, ahora se transforma la base de datos, según la transformación de **Prais – Winsten** *ver anexos cuadro no. 31*. El nuevo modelo tiene un R cuadrado de 0.974975, un R ajustado de 0.944588 y un $d = 2.630164$, *ver anexos cuadro no. 32*. Que al ser comparado con du en la tabla 3.050 *ver tabla No 6*. Demuestra que persiste la

correlación serial, sin embargo las tablas de Durbin Watson pueden no ser apropiadas para probar la presencia de correlación serial en la información que ya ha sido ajustada por autocorrelación. Por consiguiente, se puede utilizar una de las pruebas no paramétricas, como por ejemplo la prueba de las rachas para los residuales.

Verificando la información de los residuales tenemos 18 datos positivos, 14 negativos y 24 rachas. Realizando los cálculos respectivos tenemos.

$$E(K) = (2 \cdot n_1 \cdot n_2 / (n_1 + n_2)) + 1$$

$$E(K) = (2 \cdot 18 \cdot 14 / 32) + 1 = 16.75$$

Varianza de K = $(2 \cdot 18 \cdot 14) (2 \cdot 18 \cdot 14 - 18 - 14) / (32 \cdot 31) = 7.493951613$ y su raíz cuadrada es la desviación estándar de K = 2.737508285

El número de rachas debe encontrarse dentro del intervalo $(E(K) \pm 1.96 \cdot 2.7375)$, por lo que el intervalo es: (-11.3845 y + 22.1155), entonces como $k = 17$ y cae dentro del intervalo concluimos que se rechaza la hipótesis nula de que la secuencia observada de los residuales es aleatoria al 95% de confianza, es decir persiste el problema de la autocorrelación, teniendo en cuenta que la muestra es muy pequeña. Aunque el problema de autocorrelación existe, para efectos académicos, decidimos trabajar este modelo con dicho problema ya que es lo más cercano a su veracidad, esto como consecuencia al difícil acceso que se tiene en nuestro país a información completa.

4.2.4 MODELO FINAL

Habiendo quitado el Rendimiento del Activo y el Dividendo Yield, contando tan solo con 17 variables explicativas el modelo final sería:

El siguiente cuadro muestra la regresión final para este modelo:

| Modelo Final | | | | |
|---------------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Dependent Variable: Y_01 | | | | |
| Method: Least Squares | | | | |
| Sample: 1 32 | | | | |
| Included observations: 32 | | | | |
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| CAPITALIZACION B | 0,229334 | 0,19041 | 1,204423 | 0,2484 |
| DTF | -0,267568 | 0,148077 | -1,806948 | 0,0923 |
| ENDEUD | 0,01061 | 0,190824 | 0,0556 | 0,9564 |
| IGBC | 0,006202 | 0,184779 | 0,033563 | 0,9737 |
| IPC | 5,695603 | 1,979677 | 2,877036 | 0,0122 |
| LIBOR | -0,03321 | 0,73707 | -0,045056 | 0,9647 |
| M1 | -0,069611 | 0,250702 | -0,277663 | 0,7853 |
| MARGEN B | -0,995955 | 0,543488 | -1,832525 | 0,0882 |
| MARGEN N | -0,091596 | 0,383982 | -0,238541 | 0,8149 |
| PIB | 0,302665 | 0,453455 | 0,667464 | 0,5153 |
| Q-TOBIN | 0,483359 | 0,160168 | 3,01783 | 0,0092 |
| RENTPAT | 1,501041 | 1,438225 | 1,043676 | 0,3143 |
| RPG | 0,152182 | 0,159182 | 0,956023 | 0,3553 |
| S&P | 0,146837 | 0,243892 | 0,602058 | 0,5568 |
| TRM | 0,605787 | 0,216781 | 2,79447 | 0,0143 |
| UPA | 0,019119 | 0,102591 | 0,186361 | 0,8548 |
| VENTAS | -0,115951 | 0,215201 | -0,538803 | 0,5985 |
| C | 0,555522 | 0,284386 | 1,953409 | 0,0711 |
| R-squared | 0,974975 | Mean dependent var | 0,099585 | |
| Adjusted R-squared | 0,944588 | S.D. dependent var | 0,178132 | |
| S.E. of regression | 0,041932 | Akaike info criterion | -3,207213 | |
| Sum squared resid | 0,024616 | Schwarz criterion | -2,382737 | |
| Log likelihood | 69,31541 | F-statistic | 32,08495 | |
| Durbin-Watson stat | 2,630164 | Prob(F-statistic) | 0 | |

$$Y = 0,555522 + 0,006202 \cdot IGBC + 5,695603 \cdot IPC - 0,267568 \cdot DTF + 0,605787 \cdot TRM + 0,302665 \cdot PIB + 0,146837 \cdot S\&P + 500 - 0,069611 \cdot M1 - 0,03321 \cdot Libor + 0,152182 \cdot RPG + 0,483359 \cdot Q \text{ Tobin} + 0,229334 \cdot \text{Capitalización Bursátil} + 0,019119 \cdot UPA + -0,115951 \cdot \text{Ventas por acción} + 0,01061 \cdot \text{Endeudamiento} - 0,995955 \cdot \text{Margen bruto} + -0,091596 \cdot \text{Margen neto}$$

Suponiendo que no existe ninguna de las variables anteriores, el precio de las acciones variaría en 55.5522%. Con un cambio de una unidad en el IGBC aumentaría el precio de las acciones en 0.6202%, el IPC aumentaría el precio en 569%, la DTF reduciría el precio en 26.75%, la TRM aumentaría el precio en 60.58%, el PIB en 30.26%, el S&P 500 en 14.68%, M1 reduciría el precio en 6.9611%, la Libor en 3.32%, el RPG aumentaría el precio en 15.2182%, el Q Tobin aumentaría el precio en 48.33%, la capitalización bursátil aumentará el precio en 22.93% , la UPA lo aumentaría en 1.91%, las ventas por acción lo disminuiría en 11.59%, el endeudamiento incrementaría el precio en 1.061%, el margen bruto disminuiría en 99.59% y por último el margen neto afectaría negativamente el precio en 9.1596%.

4.2.5 VALIDACIÓN DEL MODELO

Llevando este modelo a la práctica con un periodo pronosticado y reemplazando los resultados para los cuatro trimestres de 2004, la variación posible para este trimestre son de 36.68%, 29.85%, 26.5% y 25.10%, en donde el inversionista puede estar esperando dicha rentabilidad trimestral y de esta forma puede hacerse una idea viable de inversión, permitiéndole arbitrar en el mercado

La siguiente tabla muestra la comparación entre el pronóstico utilizando promedio móvil y el valor en bolsa de la acción:

| TRIMESTRE | VALOR BOLSA | PRONÓSTICO |
|------------------|--------------------|-------------------|
| 1T 2004 | 59.48% | 36.68% |
| 2T2004 | 5.03% | 29.85% |
| 3T 2004 | 3.64% | 26.5% |
| 4T 2004 | 0.01% | 25.10% |

Fuente: Infofinanciera

4.3 BANCO DE BOGOTÁ

Este modelo cuenta con 17 variables explicativas que son: RPG, Q-Tobin, UPA, Razón de Endeudamiento, Rentabilidad del Activo, Rentabilidad del Patrimonio Neto, Capitalización Bursátil, Dividendo Yield, IGBC, DTF, IPC, LIBOR, TRM, S&P 500, Oferta Monetaria, PIB, Dividendo Efectivo Pagado y la variable dependiente Precio de Cierre de la acción que va a ser analizada en este proyecto *ver tabla de datos No 3 en los anexos*. Para esto, debemos primero analizar si nuestra variable dependiente es estacionaria o presenta algún tipo de sesgo en la periodicidad ya establecida (desde el primer trimestre de 1.996 hasta el último trimestre de 2.003) *ver gráfica No. 5 de anexos*.

MODELO INICIAL

Precio de cierre = $c(1) + \text{IGBC} + \text{IPC} + \text{DTF} + \text{TRM} + \text{PIB} + \text{S\&P 500} + \text{M1} + \text{Libor} + \text{RPG} + \text{Q Tobin} + \text{Div Yield} + \text{Div Efct} + \text{Capital Bursátil} + \text{UPA} + \text{Endeudamiento} + \text{Rent. Activo} + \text{Rent. Patrimonio}$

$Y = - 0.08 - 0.021*\text{IGBC} - 0.45*\text{IPC} - 0.04*\text{DTF} - 0.000005*\text{TRM} - 0.17*\text{PIB} + 0.05*\text{S\&P 500} - 0.04*\text{M1} - 0.17*\text{LIBOR} + 0.02*\text{RPG} - 0.07*\text{Q Tobin} - 0.3*\text{DIV Yield} - 0.0008*\text{DIV EFCT} + 1.02*\text{CAPITALIZACIÓN BURSÁTIL} - 0.004*\text{UPA} + 0.17*\text{ENDEUD} + 0.74*\text{RENT ACT} - 0.031*\text{RENT PAT}$

Al no existir ninguna de las variables anteriores, el precio de las acciones disminuiría en 8%. Un cambio de una unidad en cualquiera de las variables afectaría de la siguiente forma: el IGBC disminuiría el precio de las acciones en 2.1%, el IPC en 45%, la DTF en 4%, la TRM en 0.0005%, el PIB en 17%, M1 en

4%, la Libor en 17%, el Q Tobin en 7%, la Div Yield en 30%, la Dividendo Efectivo pagado en 0.08%, la UPA en 0.4% mientras, el S&P 500 aumentaría el precio en 5%, , el RPG en 2%, la Capitalización Bursátil en 102% , el Endeudamiento en 17%, y finalmente la Rentabilidad tanto de los Activos como del Patrimonio afectarían positivamente y negativamente el precio en 74% y 3.1% respectivamente

Teniendo en cuenta una hipótesis nula de que los coeficientes son iguales a cero y una alternativa de que son diferentes procedemos a probar:

Con unos grados de libertad de n (numero de datos) – k (numero de variables), tenemos que: $32-21=11$. Buscamos el t estadístico en la tabla t Student al 95% de confianza y tenemos que es igual a 2,201. Ver anexo Tabla No. 2. Probamos con todos los t críticos para verificar que variables resultan significativa para explicar el precio de las acciones. Verificamos donde caen los t críticos teniendo en cuenta que el intervalo de confianza es de -2.145 y $+2.145$, entonces RPG (5.127064) y capital bursátil (16.90983) caen fuera del intervalo, lo cual quiere decir que para estas dos variables se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa al 95% de confianza, lo que significa que estas dos variables resultan significativas para explicar el precio de las acciones.

La siguiente tabla muestra los t estadísticos para cada variable:

| <i>Variable</i> | <i>t-Statistic</i> |
|-----------------|--------------------|
| IGBC | -0,717873 |
| IPC | -1,340002 |
| TRM | -0,394587 |
| DTF | -0,871934 |
| PIB | -2,050468 |
| S_P_50001 | 1,535916 |
| M1 | -0,788298 |
| LIBOR | -1,934336 |
| RPG | 5,127064 |

| | |
|-----------------|-----------|
| Q_TOBIN01 | -1,215664 |
| CAP_BURSATIL01 | 16,90983 |
| ENDEUDAM_01 | 0,769117 |
| DIV_YIELD01 | -0,331012 |
| DIV_EFEC_PAG_01 | -0,119588 |
| UPA | -1,029476 |
| RENT_DEL_ACT_01 | 0,344898 |
| RENT_PAT_NET_01 | -0,0815 |
| C | -0,472257 |

Las variables en su totalidad explican el 99.98% (R^2) de los cambios en el precio de las acciones durante el periodo estudiado. Después de considerar los grados de libertad y las variables, aún se explican el 99.75% (R^2) de las variaciones producidas en la variable Y

Analizando Fischer y teniendo en cuenta un F estadístico de 733.55 verificamos con el F crítico para probar la efectividad del modelo con k-1 grados de libertad para el numerador y n-k grados de libertad para el denominador, entonces: $18-1=17$ y $32-18=14$, entonces con 17 y 14 grados de libertad al 95% de confianza obtenemos 2.31 Ver anexo Tabla No. 4, lo cual quiere decir que aceptamos la hipótesis alternativa de que no todos los coeficientes de pendiente son simultáneamente cero.

A continuación se muestran los estadísticos de la regresión para este modelo:

| | | | |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------|
| R-squared | 0.998879 | Mean dependent var | 0.051748 |
| Adjusted R-squared | 0.997517 | S.D. dependent var | 0.165339 |
| S.E. of regression | 0.008239 | Akaike info criterion | -6.461559 |
| Sum squared resid | 0.000950 | Schwarz criterion | -5.637083 |
| Log likelihood | 121.3849 | F-statistic | 733.5523 |
| Durbin-Watson stat | 2.692276 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

Debido a que nuestro proyecto es un modelo econométrico, se pueden presentar algunos problemas como son Multicolinealidad, Heteroscedasticidad y Autocorrelación, que serán detectados y corregidos a continuación.

4.3.1 MULTICOLINEALIDAD

Cuando el coeficiente de correlación parcial es mayor que el R cuadrado del modelo existe un problema de correlación entre variables, que también se presenta cuando los t estadísticos son bajos, el error estándar es alto y el número de datos es bajo. Ver anexo Cuadro No. 36

Inicialmente se presenta una aparente colinealidad entre Q Tobin y precio de cierre, Q Tobin y capital bursátil, TRM y endeudamiento, rentabilidad del activo y rentabilidad del patrimonio.

En el primer caso, se presenta que el R cuadrado de esta regresión auxiliar es 93.86% y la Fischer es 459.08 *ver anexo cuadro No.37* entonces con grados de libertad $k-2$ y $n-k+1$ tenemos que, $2-1=1$ y $32-2+1=31$ entonces los grados de libertad son 1 y 31 y tenemos un F crítico de 9.67 *Ver Tabla No. 4* debido a que 459.08 es mayor que 9.67 tenemos un problema de colinealidad entre ambas variables. Según la regla de Klien: 93.86% es menor que 99.88% entonces hay colinealidad. Además, Nos indica que el Q Tobin explica el 93.86% de los cambios ocurridos en el precio de cierre.

En el segundo caso el R cuadrado de esta regresión auxiliar es 93.78% y la Fischer es 452.03 *ver anexo cuadro No. 38*, entonces con grados de libertad $k-2$ y $n-k+1$ tenemos que, $2-1=1$ y $32-2+1=31$ entonces los grados de libertad son 1 y 31 y tenemos un F crítico de 9.67 *Ver Tabla No. 4* debido a que 452.03 es mayor que 9.67 tenemos un problema de colinealidad entre ambas variables.

En el tercer caso el R cuadrado de esta regresión auxiliar es 93.43% y la Fischer es 426.63 *ver anexo cuadro No39*, entonces con grados de libertad $k-2$ y $n-k+1$ tenemos que, $2-1=1$ y $32-2+1=31$ entonces los grados de libertad son 1 y 31 y tenemos un f crítico de 9.67 *Ver Tabla No.4* debido a que F calculado es mayor que 9.67 tenemos un problema de colinealidad entre ambas variables.

En el cuarto caso el R cuadrado de esta regresión auxiliar es 82.06% y la Fischer es 137.23 *ver anexo cuadro No. 40*, entonces con grados de libertad $k-2$ y $n-k+1$ tenemos que, $2-1=1$ y $32-2+1=31$ entonces los grados de libertad son 1 y 31

y tenemos un F crítico de 9.67 *Ver Tabla No. 4*, debido a que F calculado es mayor que 9.67 tenemos un problema de colinealidad entre ambas variables.

Cuando comparamos, la Rentabilidad del activo, del Patrimonio, Endeudamiento, RPG y Capitalización bursátil contra el Precio de Cierre, nos damos cuenta que:

- Rentabilidad del activo: el R cuadrado es 0.019
- Rentabilidad del patrimonio: el r cuadrado es 0.061
- Endeudamiento: el R cuadrado es 0.045
- RPG: el r cuadrado es 0.02945
- Capitalización bursátil: el r cuadrado es 0.9927
- Q Tobin: el r cuadrado es 0.9386

En conclusión, la Capitalización Bursátil explica el 99.27% de los cambios presentados en el precio de cierre, mientras el Q-Tobin explica el 93.86% de los cambios, las otras variables no representan ningún peligro para el modelo, por lo tanto se procederá a trazar la regresión sin estas dos variables y se observaran los resultados.

SOLUCION:

Al eliminar la variable multicolineal debe tenerse en cuenta no caer en un error de especificación o de omisión, entonces procederemos a eliminar las variables explicativas anteriormente citadas. Sin embargo, el capital bursátil al ser una variable significativa para el modelo no podrá ser eliminada.

Tenemos un R cuadrado de 0.99876 igual que el inicial pero más confiable, un R ajustado de 0.997438, una suma cuadrado del error de 0.001051 y un Fischer de 755.25 *ver anexo cuadro No. 41*.

Teniendo en cuenta el r ajustado nos damos cuenta que la multicolinealidad se corrige sin caer en un sesgo de especificación, dado que el r ajustado inicial es de 0.997517, luego de correr el modelo sin el Q Tobin es de 0.9974, aunque disminuye en pequeña proporción, el R cuadrado se mantiene igual.

4.3.2 HETEROSCEDASTICIDAD

Se detecta definiendo la variable heteroscedástica. *ver gráfica No. 6 de anexos.*

Entre todos los gráficos de dispersión escogemos la variable más dispersa, decidimos tomar el margen bruto.

Prueba Breush – Godfrey:

Dado que la prueba Goldfeld – Quant no se puede efectuar por insuficiencia de datos, se realizará esta.

Partiendo del cuadro No.41 que se encuentra en el anexo, el R cuadrado es 0.99876 y la suma cuadrado del error es 0.001051

Dividimos la suma cuadrado del error entre el numero de datos, $0.001051/32 = 0.000033$ esa es la varianza al cuadrado. Se dividen los residuales que aparecen en el programa de E-views por el 0.000033, esto se puede observar en el cuadro no. 42.

Entonces corremos la regresión entre p y las demás variables explicativas *ver anexo cuadro No.43* , donde el R cuadrado es 0 y la suma cuadrado del error es 964785.1. Dividimos la suma cuadrado del error entre dos, es decir $964785.1/2=482392.55$, con grados de libertad total al número de regresores en este caso 16, para el 95% de confianza el Chi calculado es 26.2962. *ver anexos tabla no. 3* , como el Chi

calculado es mayor que el crítico se rechaza la hipótesis nula de homoscedasticidad, lo cual indica que existe un problema de heteroscedasticidad.

SOLUCIÓN:

Para corregir tomamos la variable heteroscedástica: rentabilidad del patrimonio y dividimos toda la regresión por ella. *ver anexo cuadro No. 43*

Aunque el error aumentó, los estimadores t mejoraron considerablemente, así como los R² y los R ajustados *ver anexo cuadro No. 44*, lo cual indica solución al problema de heteroscedasticidad.

4.3.3 AUTOCORRELACIÓN

La autocorrelación es la inercia de la variable dependiente para responder a las explicativas.

Lo primero que se hace es analizar la regresión y observar el d o Durbin Watson, el Durbin Watson de nuestra regresión es 2.83 que comparado con el d_l de la tabla con n datos y $k-1$ variables, nos da: $n=32$ $k-1=15$ $d_l=0.350$ *ver anexos tabla no. 6* al 95% de confianza, si d es mayor a d_l no existe autocorrelación. Como 2.83 es mayor que 0.350 indica que no existe autocorrelación. Sin embargo, al analizar gráficamente podemos observar la existencia de autocorrelación *ver anexos cuadro no. 45*

SOLUCION:

p basado en el estadístico d de Durbin Watson:

Si $d = 2.832398$ por lo tanto $R_0 = 1 - (2.832398) / 2 = -0.416199$, ahora se transforma la base de datos, según la transformación de Prais – Winsten *ver anexos cuadro no. 46.* El nuevo modelo tiene un R cuadrado de 0.999336, un R ajustado de 0.998627 y un $d = 2.690746$ *ver anexos cuadro no. 47*, que al ser comparado con *du* en la tabla 2.840 demuestra que persiste la correlación serial, sin embargo las tablas de Durbin Watson pueden no ser apropiadas para probar la presencia de correlación serial en la información que ya ha sido ajustada por autocorrelación. Por consiguiente, se puede utilizar una de la pruebas no paramétricas, como por ejemplo la prueba de las rachas para los residuales.

Verificando la información de los residuales tenemos 16 datos positivos, 16 negativos y 15 rachas. Realizando los cálculos respectivos tenemos.

$$E(K) = (2 \cdot n_1 \cdot n_2 / (n_1 + n_2)) + 1$$

$$E(K) = (2 \cdot 16 \cdot 16 / 32) + 1 = 17$$

Varianza de $K = (2 \cdot 16 \cdot 16) \cdot (2 \cdot 16 \cdot 16 - 16 - 16) / (32^2 \cdot 31) = 7.741935484$ y su raíz cuadrada es la desviación estándar de $K = 2.782433375$

El número de rachas debe encontrarse dentro del intervalo $(E(K) \pm 1.96 \cdot 2.7824)$ *ver tabla no xxx en los anexos*, entonces el intervalo es: (-11.546496 y + 22.453504), entonces como $E(k) = 18$ y cae dentro del intervalo concluimos que no se rechaza la hipótesis nula de que la secuencia observada de los residuales es aleatoria al 95% de confianza, en decir solucionamos el problema de la autocorrelación.

4.3.4 MODELO FINAL

Una vez solucionados todos los problemas procedemos a plantear la ecuación final.

$$Y = 0,004059 - 0,032754*IGBC - 0,526328*IPC - 4,74E-02*DTF - 7,81E-06*TRM - 0,145427*PIB + 0,049586*S\&P 500 - 0,024076*M1 - 0,152225*Libor + 0,019983*RPG + +0,951695*Capitalización Bursátil + -0,00609*UPA + 0,070112*Endeudamiento -0,908932* Rentabilidad del Activo + 0,355078* Rentabilidad del Patrimonio - 0,026197* Dividendo Yield - 0,005256 *Dividendo Efectivo$$

Al no existir ninguna de las variables anteriores, el precio de las acciones aumentaría en 0.4059%. Un cambio de una unidad en cualquiera de las variables afectaría de la siguiente forma: el IGBC disminuiría el precio de las acciones en 3.2754%, el IPC en 0.526328%, la DTF en 0.474%, la TRM en 0.000781%, el PIB en 14.5427%, M1 en 2.4076%, la Libor en 15.2225%, el Dividendo Yield en 2.6197%, el Dividendo Efectivo pagado en 0.05256%, la UPA en 0.0609% mientras, el S&P 500 aumentaría el precio en 4.9586%, , el RPG en 1.9983%, la Capitalización Bursátil en 95.1695% , el Endeudamiento en 7.0112%, y finalmente la Rentabilidad tanto de los Activos como del Patrimonio afectarían negativamente y positivamente el precio en 90.8932% y 35.5078% respectivamente.

A continuación se muestra los datos del modelo final.

| Modelo Final | | | | |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------|
| Dependent Variable: Y_01 | | | | |
| Method: Least Squares | | | | |
| Sample: 1 32 | | | | |
| Included observations: 32 | | | | |
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| IGBC | -0,032754 | 0,022866 | -1,43244 | 0,173 |
| IPC | -0,526328 | 0,31162 | -1,68901 | 0,112 |
| DTF | -4,74E-02 | 3,24E-02 | -1,46458 | 0,164 |
| PIB | -0,145427 | 0,053743 | -2,70598 | 0,016 |
| S&P 500 | 0,049586 | 0,032591 | 1,521436 | 0,149 |
| M1 | -0,024076 | 0,041032 | -0,58676 | 0,566 |
| LIBOR | -0,152225 | 0,067526 | -2,25433 | 0,04 |
| RPG | 0,019983 | 0,003359 | 5,94883 | 0 |
| DIVYI | -0,026197 | 0,074449 | -0,35187 | 0,73 |
| DIVEF | -0,005256 | 0,006098 | -0,86201 | 0,402 |
| CAPITAL | 0,951695 | 0,022681 | 41,95973 | 0 |
| ENDEUD | 0,070112 | 0,034497 | 2,032431 | 0,06 |
| TRM | -7,81E-06 | 7,98E-06 | -0,97916 | 0,343 |
| UPA | -0,00609 | 0,0035 | -1,74002 | 0,102 |
| RENTAB ACT | -0,908932 | 1,276022 | -0,71232 | 0,487 |
| RENTAB PAT | 0,355078 | 0,239396 | 1,483221 | 0,159 |
| C | 0,004059 | 0,028837 | 0,140761 | 0,89 |
| R-squared | 0,999336 | Mean dependent var | | 0,072 |
| Adjusted R-squared | 0,998627 | S.D. dependent var | | 0,195 |
| S.E. of regression | 0,007221 | Akaike info criterion | | -6,72 |
| Sum squared resid | 0,000782 | Schwarz criterion | | -5,94 |
| Log likelihood | 124,5019 | F-statistic | | 1410 |
| Durbin-Watson stat | 2,690746 | Prob(F-statistic) | | 0 |

4.3.5 VALIDACIÓN DEL MODELO

Llevando este modelo a la práctica con un periodo pronosticado y reemplazando los resultados para los cuatro trimestres de 2004, la variación posible para este trimestre son de -75.17%, -78.21%, -77.94% y -78.98%, en donde el inversionista puede estar esperando dicha rentabilidad trimestral y de esta forma puede hacerse una idea viable de inversión, permitiéndole arbitrar en el mercado

En la siguiente tabla se muestran los valores pronosticados para los 4 trimestres de 2004 realizados con promedio móvil y los valores en bolsa de la acción:

| TRIMESTRE | VALOR BOLSA | PRONÓSTICO |
|------------------|--------------------|-------------------|
| 1T 2004 | 34.57% | -75.17% |
| 2T2004 | -4.27% | -78.21% |
| 3T 2004 | 15.18% | -77.94% |
| 4T 2004 | 0.01% | -78.98% |

Fuente: Infofinanciera

4.4 SURAMERICANA DE INVERSIONES

Este modelo cuenta con 19 variables explicativas que son: RPG, Q-Tobin, UPA, Razón de Endeudamiento, Rentabilidad del Activo, Rentabilidad del Patrimonio Neto, Capitalización Bursátil, Dividendo Yield, IGBC, DTF, IPC, LIBOR, TRM, S&P 500, Oferta Monetaria, PIB, Dividendo Efectivo Pagado, Margen neto, Ventas por acción y la variable dependiente Precio de Cierre de la acción que va a ser analizada en este proyecto *ver tabla de datos No 4 en los anexos*. Para esto, debemos primero analizar si nuestra variable dependiente es estacionaria o presenta algún tipo de sesgo en la periodicidad ya establecida (desde el primer trimestre de 1.996 hasta el último trimestre de 2.003) *ver gráfica No. 5 de anexos*.

MODELO INICIAL

Precio de cierre = $c(1) + IGBC + IPC + DTF + TRM + PIB + S\&P\ 500 + M1 +$
 $Libor + RPG + Q\ Tobin + Div.\ Yield + Div.\ Efectivo\ pagado + Capitalización$
 $Bursátil + UPA + Endeudamiento + Rent.\ Activo + Rent.\ Patrimonio + Margen\ Neto$
 $+ Ventas\ por\ acción$

$Y = 0.056 - 0.036*IGBC + 1.41*IPC - 0.209*DTF + 0.047*TRM - 0.36*PIB +$
 $0.005*SP + 0.351*M1 - 0.46*LIBOR + 0.047*RPG + 0.1304*Q - 0.839*DIVYIELD -$
 $0.029*DIVEFCT + 0.846*CAPITALBURSATIL + 0.00006*UPA - 0.0173*VTAS +$
 $0.113*ENDEUD - 0.008*MARGN + 0.207*RENTANCT + 0.928*RENTPAT$

Al no existir ninguna de las variables anteriores, el precio de las acciones variaría en 5.6%. Mientras un cambio de una unidad en el IGBC disminuiría el precio de las acciones en 3.6%, la DTF en 20.9 %, el PIB en 36%, la Libor en 46%, el

Dividendo yield en 83.9%, la Dividendo efectivo pagado en 2.9%, las Ventas en 1.73%, el Margen neto en 0.8%, mientras que, el IPC aumentaría el precio en 141%, la TRM en 4.7%, el S&P 500 en 0.5%, M1 en 35.1%, el RPG en 4.7%, el Q Tobin en 13.04%, la capitalización bursátil en 84.6% , la UPA en 0.006%, el endeudamiento en 11.3%, y finalmente la rentabilidad tanto de los activos como del patrimonio en 20.7% y 92.8% respectivamente.

Teniendo en cuenta una hipótesis nula de que los coeficientes son iguales a cero y una alternativa de que son diferentes procedemos a probar:

Dado unos grados de libertad de $n-k$, tenemos que: $32-20=12$. Buscamos el t estadístico en la tabla al 95% de confianza y tenemos que es igual a 2.179. *Ver anexo Tabla No 2* Probamos con todos los t críticos para verificar qué variables resultan significativas para explicar el precio de las acciones.

Teniendo en cuenta un intervalo de -2.179 y $+2.179$ verificamos según los t estadísticos que variables se encuentran dentro o fuera de el.

A continuación se muestran los t estadísticos del modelo inicial:

| Variable | t-Statistic |
|------------------------|-------------|
| CAP__BURSATIL01 | 8,801115 |
| DIV__YIELD01 | -1,43575 |
| DIV_EFEC_PAG_01 | -0,573327 |
| DTF | -0,906765 |
| ENDEUDAM_01 | 0,725115 |
| IGBC | -0,336861 |
| IPC | 1,034904 |
| LIBOR | -0,819037 |
| M1 | 1,147833 |
| MARGEN_NETO01 | -1,012719 |

| | |
|------------------------|-----------|
| PIB | -0,811348 |
| Q_TOBIN01 | 1,09815 |
| RENT_DEL_ACT_01 | 0,044566 |
| RENT_PAT_NET_01 | 0,233697 |
| RPG | 2,037354 |
| S_P_50001 | 0,027256 |
| TRM | 0,186386 |
| UPA | 0,004941 |
| VTAS_X_ACC_01 | -1,224373 |
| C | 0,565659 |

Encontramos que capital bursátil resulta significativa para el modelo mientras que los otros 18 regresores no son significativos para el modelo.

Las variables en su totalidad explican el 99% (R^2) de los cambios en el precio de las acciones durante el periodo estudiado. Después de considerar los grados de libertad y las variables, aún se explican el 97.44% (R^2) de las variaciones producidas en la variable Y

Analizando Fischer y teniendo en cuenta un F estadístico de 63.10705 verificamos con el F crítico para probar la efectividad del modelo con k-1 grados de libertad para el numerador y n-k grados de libertad para el denominador *Ver anexo Tabla No 4*, entonces: $20-1=19$ y $32-20=12$, entonces con 19 y 12 grados de libertad al 95% de confianza obtenemos 2.31, lo cual quiere decir que aceptamos la hipótesis alternativa de que no todos los coeficientes de pendiente son simultáneamente cero.

A continuación se muestran los estadísticos de la regresión para Suramericana:

| | | | |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------|
| R-squared | 0.990091 | Mean dependent var | 0.022371 |
| Adjusted R-squared | 0.974402 | S.D. dependent var | 0.222723 |
| S.E. of regression | 0.035634 | Akaike info criterion | -3.561849 |
| Sum squared resid | 0.015238 | Schwarz criterion | -2.645764 |
| Log likelihood | 76.98959 | F-statistic | 63.10705 |
| Durbin-Watson stat | 2.820239 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

4.4.1 MULTICOLINEALIDAD

Cuando el coeficiente de correlación parcial es mayor que el R cuadrado del modelo existe un problema de correlación entre variables, que también se presenta cuando los t estadísticos son bajos, el error estándar es alto y el número de datos es bajo.

Inicialmente se presenta una aparente multicolinealidad entre rentabilidad de los activos y del patrimonio (0.996065) *ver anexos cuadro no. 51*

El R cuadrado de esta regresión auxiliar es 99.21% y la Fischer es 3789.88 *ver anexo Cuadro No 52*, entonces con grados de libertad $k-2$ y $n-k+1$ tenemos que, $2-1=1$ y $32-2+1=31$ entonces los grados de libertad son 1 y 31 y tenemos un F crítico de 9.67 *Ver Tabla No.4* , debido a que 3789.88 es mayor que 9.67 tenemos un problema de colinealidad entre ambas variables.

En conclusión, la matriz de correlación muestra un coeficiente de 0.996065 que pone de manifiesto la alta correlación existente entre ambas variable. Ahora bien, cuando se tiene en cuenta la variable dependiente en el estudio de correlación tenemos que la capitalización bursátil explica el 97.78% de los cambios en el precio del cierre. Para el caso del Q Tobin, el 88.70% de los cambios en el precio del cierre son explicados por el Q Tobin.

Teniendo en cuenta el porcentaje de explicación, la rentabilidad del activo y la rentabilidad del patrimonio, se consideraran variables multicolineales con los otros regresores.

SOLUCION:

Procederemos a eliminar las variables explicativas anteriormente citadas.

Tenemos un R cuadrado de 0.986405, menor que el inicial pero más confiable, un R ajustado de 0.969897, una suma cuadrado del error de 0.020905 y un Fischer de 59.75 88 *Ver anexo Cuadro No 53*

4.4.2 HETEROCEDASTICIDAD

Se detecta definiendo la variable heteroscedástica. *ver gráfica No. 6 de anexos* . Entre todos los gráficos de dispersión escogimos el IPC como la variable más dispersa de todos.

Prueba Breush – Godfrey:

Teniendo en cuenta que la prueba goldfeld – quant no se puede efectuar por insuficiencia de datos, se realizará esta

Partiendo del cuadro No.53 que se encuentra en el cual se encuentra la regresión sin el rendimiento del activo y del patrimonio, tomamos los errores estándar de cada variable, la suma cuadrado del error y el R cuadrado. El R cuadrado es 0.986405, y la suma cuadrado del error es 0.020905

Dividimos la suma cuadrado del error entre el número de datos: $0.020905/32 = 0.000653281$; esa es la varianza al cuadrado.

Se dividen los residuales que aparecen en el programa de E-views por el 0.000653281, esto se puede observar en el cuadro no. 54

Corremos la regresión entre p y las demás variables explicativas. El R cuadrado es 0 y la suma cuadrado del error es 48984.69. explicativas *ver anexo cuadro No 55*

Dividimos la suma cuadrado del error/2 o sea $48984.69/2 = 24492.35$ con grados de libertad total al número de regresores en este caso 17, entonces al 95% el chi

calculado es 27.5871 explicativas *ver anexo Tabla No.xxx*. como el Chi calculado es mayor que el critico se rechaza la hipótesis nula de homoscedasticidad, lo cual indica que existe un problema de heteroscedasticidad.

SOLUCIÓN

Para corregir tomamos la variable heteroscedástica IPC y dividimos toda la regresión por ella. En los resultados se puede concluir que el error y el R cuadrado aumentaron *ver anexo cuadro No 56*

Los estimadores t mejoraron considerablemente, así como los R^2 y los R ajustados, lo cual indica solución al problema de heteroscedasticidad.

4.4.3 AUTOCORRELACIÓN

Lo primero que se hace es analizar la regresión y observar el Durbin Watson, el Durbin Watson de nuestra regresión es 2.704607 que comparado con el dl de la tabla con n datos y k-1 variables nos da: $n = 32$ $k-1 = 16$ $dl = 0.401$ *ver anexo Tabla No 6*, al 95% de confianza si d es mayor a dl no existe autocorrelación, en nuestro caso 2.704607 es mayor a 0.401 lo cual indica que no existe autocorrelación.

p basado en el estadístico d de Durbin Watson

Si $d = 2.704607$ por lo tanto $R_o = 1 - (2.704607)/2 = -0.3523$, ahora se transforma la base de datos, según la transformación de **Prais – Winsten** *ver anexos cuadro no.58*. El nuevo modelo tiene un R cuadrado de 0.991136, un R ajustado de 0.980372 y un $d = 2.74$, que al ser comparado con d_u de 3.050 en la tabla Durbin Watson *ver anexo Tabla No 6* demuestra que persiste la correlación serial. Pero las tablas de

Durbin Watson pueden no ser apropiadas para probar la presencia de correlación serial en la información que ya ha sido ajustada por autocorrelación. Por consiguiente, se puede utilizar una de las pruebas no paramétricas, como por ejemplo la prueba de las rachas para los residuales.

Verificando la información de los residuales tenemos 15 datos positivos, 17 negativos y 21 rachas. Realizando los cálculos respectivos tenemos.

$$E(K) = (2 \cdot n_1 \cdot n_2 / (n_1 + n_2)) + 1$$
$$E(K) = (2 \cdot 15 \cdot 17 / 32) + 1 = 16.9375$$

Varianza de $K = (2 \cdot 15 \cdot 17) \cdot (2 \cdot 15 \cdot 17 - 15 - 17) / (32 \cdot 31) = 7.679561492$ y su raíz cuadrada es la desviación estándar de $K = 2.771202175$

El número de rachas debe encontrarse dentro del intervalo $(E(K) \pm 1.96 \cdot 2.7712)$, el intervalo es $(-11.505948 \text{ y } + 22.369052)$, ya que $k = 21$ *ver tabla no 5 en los anexos* y cae dentro del intervalo concluimos que no se rechaza la hipótesis nula de que la secuencia observada de los residuales es aleatoria al 95% de confianza, es decir solucionamos el problema de la autocorrelación.

4.4.4 MODELO FINAL

Cuando ya hemos dado solución a todos los problemas planteamos la ecuación final, los datos se encuentran en el cuadro.

En la siguiente tabla aparece la regresión para Suramericana:

| MODELO FINAL | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------|
| Dependent Variable: Y1 | | | | |
| Method: Least Squares | | | | |
| Date: 03/25/05 Time: 16:30 | | | | |
| Sample: 1 32 | | | | |
| Included observations: 32 | | | | |
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| IGBC | 0,015195 | 0,09481 | 0,160264 | 0,875 |
| IPC | -0,196331 | 1,394071 | -0,140833 | 0,89 |
| DTF | -0,342467 | 0,161775 | -2,116931 | 0,0527 |
| TRM | 0,052356 | 0,252261 | 0,207545 | 0,8386 |
| PIB | -0,534483 | 0,344972 | -1,549351 | 0,1436 |
| S&P 500 | -0,150387 | 0,159804 | -0,941073 | 0,3626 |
| M1 | 0,206419 | 0,263551 | 0,783222 | 0,4465 |
| LIBOR | 0,183201 | 0,427273 | 0,428768 | 0,6746 |
| RPG | 0,039441 | 0,022643 | 1,741838 | 0,1035 |
| Q TOBIN | 0,244984 | 0,096591 | 2,536304 | 0,0237 |
| DIV YIELD | -1,354187 | 0,487381 | -2,778498 | 0,0148 |
| DIV EFECTIVO PAGADO | -0,000947 | 0,050088 | -0,018904 | 0,9852 |
| CAPITALIZACIÓN BURSATIL | 0,767395 | 0,077341 | 9,922247 | 0 |
| ENDEUDAMIENTO | 0,207821 | 0,144016 | 1,443042 | 0,171 |
| MARGEN NETO | -0,002243 | 0,007065 | -0,317413 | 0,7556 |
| UPA | 0,008709 | 0,009709 | 0,896945 | 0,3849 |
| VENTAS POR ACCIÓN | -0,011859 | 0,013485 | -0,879398 | 0,394 |
| C | 0,126277 | 0,103562 | 1,219334 | 0,2429 |
| R-squared | 0,991136 | Mean dependent var | | 0,025817 |
| Adjusted R-squared | 0,980372 | S.D. dependent var | | 0,247226 |
| S.E. of regression | 0,034636 | Akaike info criterion | | -3,589525 |
| Sum squared resid | 0,016795 | Schwarz criterion | | -2,765048 |
| Log likelihood | 75,4324 | F-statistic | | 92,08317 |
| Durbin-Watson stat | 2,739857 | Prob(F-statistic) | | 0 |

$Y = 0,126277 - 0,015195*IGBC - 0,196331*IPC - 0,342467*DTF + 0,052356*TRM - 0,534483*PIB - 0,150387*S\&P\ 500 + 0,206419*M1 + 0,183201*Libor + 0,039441*RPG + 0,767395*Capitalización\ Bursátil + 0,008709*UPA + 0,207*Endeudamiento - 1,354187* Dividendo\ Yield - 0,000947*Dividendo\ Efectivo + 0,244984\ Q\ Tobin - 0,011859*Ventas\ por\ acción - 0,002243*Margen\ Neto$; Sin la presencia de las variables anteriores, el precio de las acciones variaría en 12.6277%. Al haber un cambio de una unidad en el IGBC disminuiría el precio de las acciones en 1.5195%, la DTF en 34.2467 %, el PIB en 53.4483%, la Libor aumentaría en 18.3201%, el Dividendo yield afectaría negativamente en 135.4187%, el Dividendo efectivo pagado en 0.0947%, las Ventas por acción en 1.1859%, el Margen neto en 0.2249%, el IPC en 19.6331% y el S&P 500 en 0.5%; mientras que la TRM incrementaría el precio en 5.2356%, M1 en 20.6419%, el RPG en 3.9441%, el Q Tobin en 24.4984%, la capitalización bursátil en 76.7395% , la UPA en 0.8709% y por último el Endeudamiento en 20.7%.

4.4.5 VALIDACIÓN DEL MODELO

Llevando este modelo a la práctica con un periodo pronosticado y reemplazando los resultados para los cuatro trimestres de 2004, se dan los resultados dados en la siguiente tabla que muestra la comparación entre el pronóstico y el valor en bolsa de la acción.

| TRIMESTRE | VALOR BOLSA | PRONÓSTICO |
|-----------|-------------|------------|
| 1T 2004 | 48.24% | 17.20% |
| 2T2004 | -14.84% | 18.03 |
| 3T 2004 | 28.44% | 10.71% |
| 4T 2004 | 0.02% | 16.93% |

Fuente: Infofinanciera

El inversionista puede estar esperando dicha rentabilidad trimestral y de esta forma puede hacerse una idea viable de inversión, permitiéndole arbitrar en el mercado.

5. CUADRO COMPARATIVO DE LAS VARIABLES SIGNIFICATIVAS Y EXCLUIDAS PARA CADA MODELO

| ARGOS | | BAVARIA | |
|--------------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| PIB | -0,110179 | MARGEN B | -0,995955 |
| RENT. ACTIVO | -0,406347 | Q-TOBIN | 0,483359 |
| IPC | 0,166249 | TRM | 0,605787 |
| DIV. YIELD | 0,318582 | RENT. PATRIMONIO | 1,501041 |
| CAPITALIZACIÓN BURSATIL | 1,007676 | IPC | 5,695603 |

| BANCO DE BOGOTÁ | | SURAMERICANA | |
|--------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
| RENT. ACTIVO | -0,908932 | IPC | -0,196331 |
| IPC | -0,526328 | LIBOR | 0,183201 |
| LIBOR | -0,152225 | M1 | 0,206419 |
| RENTAB PAT | 0,355078 | ENDEUDAMIENTO | 0,207821 |
| CAPITALIZACIÓN BURSATIL | 0,951695 | CAPITALIZACIÓN BURSATIL | 0,767395 |

VARIABLES EXCLUIDAS

| MODELO | VARIABLE EXCLUIDA |
|------------------------|------------------------------------|
| ARGOS | Rentabilidad Patrimonio |
| | Dividendo Yield |
| BAVARIA | Rentabilidad del Activo |
| BANCO DE BOGOTÁ | Q Tobin |
| | Rentabilidad del Activo |
| SURAMERICANA | Rentabilidad del Patrimonio |

6. CONCLUSIONES

- Al analizar cada variable de nuestros modelos y al corregir los errores de Multicolinealidad se hizo necesario excluir algunas variables que no eran significativas en nuestros modelos; en el caso de Argos se excluyó la Rentabilidad del patrimonio, para Bavaria el Dividendo Yield y la Rentabilidad del activo, para Banco de Bogotá se eliminó Q Tobin y en último lugar Suramericana excluyó la Rentabilidad del patrimonio; estas variables se suprimieron de los modelos ya que al analizar los R^2 se obtuvieron mejores resultados sin incluirlas al ejecutar las regresiones; esto permite que los modelos sean más veraces y óptimos para la explicación de la variable dependiente en nuestro caso, el precio de las acciones.
- Se realizaron algunas pruebas para comprobar la estacionariedad de la variable dependiente como la Prueba de Dickey Fuller, Raíz Unitaria y Estacionariedad en Primera Diferencia, resultando cada una de las variables dependientes de nuestros modelos estacionarios.
- Revisando la incidencia de las variables para cada uno de los modelos estudiados se pudo concluir que para Argos las variables más relevantes fueron Capitalización bursátil, PIB, IPC, Rentabilidad del activo y Dividendo yield; para Bavaria Margen bruto, Q Tobin, TRM, IPC y Rentabilidad del patrimonio; para Banco de Bogotá la Rentabilidad del activo, IPC, Libor, Rentabilidad del patrimonio y Capitalización bursátil; finalmente, para Suramericana Libor, Capitalización bursátil, M1, IPC y Endeudamiento, estas variables al momento de establecer la ecuación final afectan en mayor proporción el comportamiento del precio.

- Al llevar a cabo este proyecto queremos resaltar la ventaja que tiene el Modelo APT en mercados accionarios poco desarrollados como Colombia, ya que este, siendo un modelo econométrico toma en cuenta múltiples factores, importantes el comportamiento de la rentabilidad de una acción y al aplicar diferentes variables permite estar conscientes del riesgo que toma determinada acción. Por lo tanto, teniendo una idea del posible precio de la acción, el inversionista puede tomar una decisión viable de acuerdo al comportamiento de la misma.
- A largo plazo, este modelo permite su aplicación para la construcción de productos derivados puesto refleja la variación en el tiempo del precio.
- Cuando llevamos a cabo una aproximación a la realidad y validamos nuestros modelos econométricos y realizando un pronóstico para cuatro trimestres por medio de promedio móvil obtuvimos posibles variaciones de los precios de la siguiente forma:
 - ▲ Compañía de cementos Argos: primer trimestre 13.7%, segundo trimestre 8.025%, tercer trimestre 11.91% y cuarto trimestre 12.454%. Al revisar los datos reales cotizados en bolsa podemos concluir que el modelo considera una rentabilidad estable para el año 2004, sin embargo, la realidad muestra que el precio para esos trimestres fueron bastante volátiles.
 - ▲ Compañía Bavaria: primer trimestre 36.368%, segundo trimestre 29.85%, tercer trimestre 26.50% y cuarto trimestre 25.10%. Comparando dichos valores con los reales, podemos afirmar que nuestro modelo sobreestima el precio pronosticado debido a que los últimos tres trimestres del año 2004 son más altos frente al real

- ▲ Banco de Bogotá: primer trimestre -75.17%, segundo trimestre -78.21%, tercer trimestre -78.21% y cuarto trimestre -77.94%. Analizando estos valores con los reales se observa una gran subestimación del precio de las acciones para ese año pues al revisar la realidad las variaciones no son negativas sino más bien volátiles.
- ▲ Suramericana: primer trimestre 17.02%, segundo trimestre 18.03%, tercer trimestre 10.71% y cuarto trimestre 16.93%. Revisando estos valores con los que refleja la realidad podemos ver que hay una estabilidad en el pronóstico pues el valor en bolsa es bastante volátil para esta acción.

Esto nos refleja que los modelos desarrollados no son lo suficientemente sensibles como para tomar todos los cambios de las acciones, debido a la periodicidad ya que al ser la base de datos trimestral o toma todas las fluctuaciones y al mismo tiempo por el insuficiente número de datos, pues lo aconsejable es tomar como mínimo 50 datos para esta clase de proyectos y nosotros nos vimos forzados a trabajar tan sólo con 32 datos por el difícil acceso a la información en el país, especialmente para motivos académicos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- CARRASCAL, Ursicino. GONZÁLEZ, Yolanda. RODRÍGUEZ, Beatriz. Análisis econométrico con E- Views. México: Editorial AlfaOmega Ra-Ma, 2001. 336p
- GUJARATI, Damodar. Econometría. Tercera edición. Colombia: Editorial MC Graw Hill, 1997. 760p.
- ROSS, Stephen. WESTERFIELD, Randolph. JORDAN, Bradford D. Fundamentos de finanzas corporativas. Quinta edición. México: Editorial MC Graw Hill, 2000. 757p
- www.corfinsura.com/glosario, Marzo. 2005
- www.sentimientobursatil.com/cuidador/glosario, Febrero. 2005
- www.surainversiones.com/glosario, Marzo. 2005