

**PRONÓSTICO DEL PRECIO DE LA ACCIÓN DE AMERICAN AIRLINES A
TRAVÉS DE UN MODELO ARIMA, Y DE LA VOLATILIDAD A TRAVES DE UN
MODELO GARCH, PARA DISEÑAR UNA ESTRATEGIA DE ESPECULACION
CON OPCIONES**

DIANA MARCELA AGUIRRE LEÓN

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
INGENIERÍA FINANCIERA
LINEA DE INVERSIONES
BUCARAMANGA
2008**

**PRONÓSTICO DEL PRECIO DE LA ACCIÓN DE AMERICAN AIRLINES A
TRAVÉS DE UN MODELO ARIMA, Y DE LA VOLATILIDAD A TRAVES DE UN
MODELO GARCH, PARA DISEÑAR UNA ESTRATEGIA DE ESPECULACION
CON OPCIONES**

DIANA MARCELA AGUIRRE LEÓN

**Informe final de trabajo de grado como requisito para optar por el título de
Ingeniero financiero**

**Asesor
Edgar Luna González
Ingeniero Financiero**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
INGENIERÍA FINANCIERA
LINEA DE INVERSIONES
BUCARAMANGA
2008**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, 20 de Octubre de 2008

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, por su total apoyo, comprensión y confianza en mí. A todas las personas que a pesar de los momentos difíciles no dudaron que podía lograr todo aquello que me propuse.

Gracias por ayudarme a crecer integralmente y por enseñarme a valorar las cosas importantes de la vida. Tienen mi infinito afecto y gratitud.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de grado no se habría podido realizar a tiempo sin la ayuda y el apoyo de muchas personas a quienes les otorgo todo mi agradecimiento y les dedico mi esfuerzo.

A Dios por todas las bendiciones recibidas.

A mis padres por formarme en cada aspecto de la vida y por su apoyo incondicional.

A mi Asesor técnico y amigo Edgar Luna por su paciencia y eterna e incondicional disposición para orientarme durante la realización del proyecto de grado.

Al profesor Jhon Alexis Díaz por su buena voluntad para enseñarme y compartir sus conocimientos y su tiempo conmigo.

A mi Director de Proyecto Jaime Rico por su asesoramiento metodológico y estímulo para seguir creciendo intelectualmente.

A la profesora Gloria Macías por sus instrucciones y por la disposición para ayudarme.

A Beatriz Manosalva por su desinteresada y generosa ayuda.

A todas las personas que de una u otra manera hicieron posible el éxito de mi trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	17
MARCO TEÓRICO	22
1 SERIES DE TIEMPO.....	22
1.1 Componentes de una serie temporal.....	22
1.2 Clasificación de las series de tiempo	23
2 SERIES DE TIEMPO FINANCIERAS	24
2.1 Datos usados en la predicción de series de tiempo financieras.....	25
3 MODELOS DE PREDICCIÓN: MÉTODO ARIMA	25
3.1 Modelo ARIMA	26
3.1.1 Proceso autorregresivo (AR).....	26
3.1.2 Proceso de media móvil (MA)	27
3.1.3 Proceso auto regresivo y de media móvil (ARMA)	27
3.2 Notación Box-Jenkins.....	27
4 VOLATILIDAD	28
5 MODELO DE MEDICIÓN DE LA VOLATILIDAD: GARCH	28
5.1 Características del modelo	29
5.2 Las funciones del modelo GARCH (p,q).....	29
6 OPCIONES FINANCIERAS	30
6.1 Opción Call.....	30

6.2	Opción Put	30
6.3	Posiciones en opciones.....	30
6.4	Estrategias con opciones	32
	METODOLOGÍA	33
7	ANÁLISIS Y AJUSTE DE LA SERIE DE TIEMPO FINANCIERA.	33
7.1	Los Datos	33
7.2	Análisis Exploratorio de la serie Financiera	33
7.3	Ajuste de la serie Financiera.	38
8	ESTIMACIÓN MODELO ARIMA Y GARCH	42
8.1	MODELO ARIMA	42
8.2	MODELO GARCH.....	46
9	EL PRONÓSTICO.....	53
10	LA ESTRATEGIA.....	56
10.1	CONO COMPRADO	57
10.2	APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA AL MERCADO REAL.....	59
10.3	ESTRATEGIAS DE SEGUIMIENTO	64
11	RESULTADOS DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA Y CONFRONTACIÓN CON EL MERCADO.	66
	CONCLUSIONES	70
	RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFÍA	75
	ANEXOS	78

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de estrategias con opciones

Cuadro 2. Puntos de equilibrio del cono comprado con E:5, E:6 y E:7.

Cuadro 3. Posibles Transformaciones de la Estrategia Cono comprado según comportamiento de los precios y la volatilidad

Cuadro 4. Ganancia neta por acción con Spot de 11,5 USD.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ganancias y/o pérdidas para la call, la put y la estrategia según el Spot.

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Modelo ARIMA (11,1,11)

Anexo B. Modelo ARIMA (11,1,12)

Anexo C. Modelo ARIMA (12,1,11)

Anexo D. Correlograma de la serie de rentabilidades

Anexo E. Resultados prueba Q estadístico de todos los posibles modelos ARIMA sobre rentabilidades

LISTA DE GRÁFICAS

- Grafica 1. Capitalización mundial de acciones vs. Derivados en 1990 y 2006.
- Gráfico 2. Análisis gráfico de Estacionariedad de la serie de precios de American Airlines.
- Gráfico 3. Análisis estadístico descriptivo de la serie de precios de American Airlines.
- Gráfico 4. Prueba DFA de la serie de precios de American Airlines.
- Gráfico 5. Correlograma de la serie de precios de American Airlines.
- Gráfico 6. Primera diferencia de la serie de precios de American Airlines.
- Gráfico 7. Correlograma de la serie diferenciada de precios de American Airlines.
- Gráfico 8. Correlograma de la serie diferenciada de precios de American Airlines.
- Gráfico 9. Modelo ARIMA (12,1,12)
- Grafica 10. Correlograma de los residuos del modelo ARIMA (12,1,12)
- Gráfico 11. Gráfico lineal de los residuos del modelo ARIMA (12,1,12)
- Grafica 12. Regresión de los residuos del ARIMA en función de los residuos rezagados un periodo.
- Grafico 13. Test ARCH LM para el modelo ARIMA (12,1,12).
- Grafica 14. Modelo GARCH(2,1)
- Gráfica 15. Correlograma de los residuos del modelo GARCH (2,1)
- Gráfica 16. Proyección de la diferencia de los precios y de la varianza de las acciones de American Airlines.
- Gráfico 17. Opciones sobre acciones de AA con vencimiento en Octubre 17.
- Gráfico 18. Cono comprado con call y put de E: 5.

GLOSARIO

ARIMA: Promedio Móvil Integrado de Autorregresión. Modelo estadístico que utiliza variaciones y regresiones de datos estadísticos con el fin de encontrar patrones para una predicción hacia el futuro.

GARCH: modelo autorregresivo generalizado con heteroscedasticidad condicional.

HETEROSCEDASTICIDAD: La varianza condicional de la variable no es la constante en el tiempo. Heteros (diferente) cedasticidad (dispersión), es decir, diferente varianza.

AUTOCORRELACION: existencia de correlación entre los términos de perturbación o de error. También llamada correlación serial,

OPCION FINANCIERA: Contrato que da a su comprador el derecho, pero no la obligación, de comprar o vender un activo subyacente a un precio de ejercicio hasta una fecha establecida, a cambio de una prima.

VOLATILIDAD: Variación o cambio en la cotización de un activo financiero en un horizonte de tiempo específico

CONO COMPRADO: estrategia con opciones que se constituye al comprar simultáneamente una call y una put con igual precio de ejercicio y vencimiento.

ESTACIONARIEDAD: La media, varianza y autocovarianza de una serie, en los diferentes rezagos permanecen iguales sin importar en que momento se midan.

CORRELOGRAMA: gráfica en la que se muestran las autocorrelaciones

muestrales de una serie.

PRONOSTICO: estimación futura del posible comportamiento de una variable a partir de un análisis y/o creencia

ATM: At The Money. Estado en que se encuentra una opción. Se presenta cuando el spot y el precio de ejercicio son iguales.

OPCIÓN CALL: contrato que da su comprador el derecho (no la obligación) de comprar un activo subyacente a un precio predeterminado en una fecha concreta.

OPCIÓN PUT: contrato que da a su comprador el derecho (no la obligación) a vender un activo a un precio predeterminado hasta una fecha concreta.

INTRODUCCIÓN

Constantemente se presentan situaciones en las cuales se deben tomar decisiones, y lo acertado de éstas, depende en gran medida de la correcta utilización que se le dé a la cantidad y calidad de información con que se cuenta.

Esta realidad la viven a diario los participantes de los mercados financieros, llámense especuladores, coberturistas o arbitrajistas, los cuales deben analizar continuamente los diversos factores que influyen sobre el precio de sus activos, con el fin de realizar las operaciones precisas.

De allí, la importancia de contar con técnicas y herramientas necesarias para realizar estimaciones del comportamiento de los activos financieros y así, tomar decisiones acertadas, conforme a los resultados obtenidos.

Con el transcurrir del tiempo han surgido una serie de técnicas de pronóstico basadas principalmente en la estadística, entre ellas, el método tradicional ARIMA, que permite hacer buenas proyecciones sobre la tendencia de los precios de los títulos valores.

Como se afirmó anteriormente los precios de las acciones se ven afectados por diversos factores, un ejemplo de ello es el caso de la empresa American Airlines, la cual hasta hace poco era muy reconocida y demandada en el mercado bursátil norteamericano, por su buena imagen, solidez y positivos resultados financieros (segunda compañía aérea más grande del mundo en cuanto a ingresos operacionales¹), sin embargo, los precios de sus acciones se vieron negativamente afectados recientemente por dos factores externos como el fuerte

¹ http://es.wikipedia.org/wiki/American_Airlines

aumento en el precio del combustible y la desaceleración económica en Estados Unidos.

Debido a lo anterior y que muchos de los accionistas de American Airlines son personas naturales que no cuentan con herramientas y conocimientos estadísticos necesarios, ni con el tiempo suficiente para elaborar pronósticos que les permitan tomar decisiones acertadas, surgió la idea de realizar este trabajo, en el cual, además de generar los modelos ARIMA y GARCH, sobre la serie de tiempo financiera diaria, del periodo de junio de 2003 a junio de 2008, para pronosticar el precio y la volatilidad de las acciones de American Airlines, se diseñará una estrategia de especulación con opciones, para dichos inversionistas, a partir de las tendencias obtenidas.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un pronóstico de la tendencia de precios y volatilidad de la acción de American Airlines, a través de un modelo ARIMA y GARCH respectivamente, con el fin de diseñar una estrategia de especulación para inversionistas, con opciones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis a la serie de tiempo financiera con el fin de ajustarla para obtener un modelo econométrico significativo.
- Pronosticar como máximo a dos meses, el precio de la acción de AMERICAN AIRLINES y la volatilidad a través de los modelos ARIMA y GARCH, respectivamente.
- Diseñar la estrategia de especulación para los inversionistas, con opciones sobre acciones de AMERICAN AIRLINES a partir del análisis de los resultados proporcionados por los modelos propuestos.
- Validar la estrategia propuesta, confrontándola con lo sucedido en el mercado, con el fin de evaluar la confiabilidad y eficiencia de los modelos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

De los mercados financieros, el bursátil es uno de los que presentan mayor volatilidad, es decir, los precios de los activos que en él se negocian, varían con gran amplitud en relación con la variación del mercado² en un horizonte de tiempo determinado.

Es sabido que los cambios bruscos e inesperados en los precios representan una medida del riesgo de mercado que puede tener un activo, por ello, es lógico que se tomen medidas para gestionarlos, sin embargo, gestionarlos no implica necesariamente mitigarlos, sino idear la forma de sacarle el mejor provecho. De allí que cuando no se diseña una estrategia para manejar la volatilidad, se da cabida a las crisis bursátiles, lo cual genera un ambiente de tensión y pánico entre los participantes del mercado.

Estas bruscas disminuciones de las cotizaciones pueden deberse a diversos factores, nacionales e internacionales, de tipo económico, político, social e incluso psicológico; esto último debido a que los mercados son movidos por inversionistas, es decir, seres humanos, los cuales actúan subjetiva y masivamente en circunstancias atípicas, dejándose llevar por la euforia o el pánico.

Un claro ejemplo de cómo factores de diversa índole afectan los precios de las acciones, es el caso de la aerolínea estadounidense American Airlines (AA). Sus acciones se han visto afectadas negativamente, disminuyendo un 24%, debido a la decisión de la compañía de recortar sus operaciones, flota y servicios en un 10% , de aumentar las tarifas de vuelos entre 10 y 60 USD, y de cobrar una

² www.superbancaria.gov.co/GuiasInformativas/glosario-v.htm

cuota de 15 dólares por el equipaje a partir de Junio del 2008.³ Las medidas anteriores fueron tomadas debido que las fuertes alzas en el precio del petróleo, le generaron a la compañía una pérdida, en el primer trimestre del 2008, de 328 millones de dólares, tras aumentar un 45%, es decir, 665 millones de dólares el gasto de combustible⁴.

La situación de los inversionistas de American Airlines y demás empresas que se han visto afectadas por las alzas en los precios del petróleo, se vuelve más alarmante al percatarse que acatan a un efecto bola de nieve, es decir, que cambios en las condiciones iniciales que podrían ser considerados insignificantes, generan consecuencias de enormes magnitudes. En los mercados bursátiles esto puede verse cuando los mayores actores realizan operaciones que generan una reacción en cadena (efecto dominó).

Según el Fondo Monetario Internacional (FMI) el número de crisis financieras ha aumentado considerablemente en las últimas décadas, lo cual puede deberse principalmente al ya mencionado efecto bola de nieve, el cual se ve acrecentado por la globalización, que se ha encargado de propagarlas (no necesariamente en gravedad) al facilitar la interconexión mundial de las bolsas y los mercados.

Lo anterior puede observarse al hacer un recuento de las crisis financieras mundiales ocurridas a lo largo de la historia, identificando por ejemplo la crisis de 1929 o la crisis de 1987; incluso, sin necesidad de devolverse mucho en el tiempo se puede encontrar la crisis bursátil de principios del 2008, que comenzó por el miedo de los inversionistas que la economía estadounidense entrara en recesión luego de la crisis hipotecaria del 2007, y terminó en histeria colectiva el 21 de enero de 2008 debido a las grandes caídas de los precios de los títulos valores a nivel mundial.

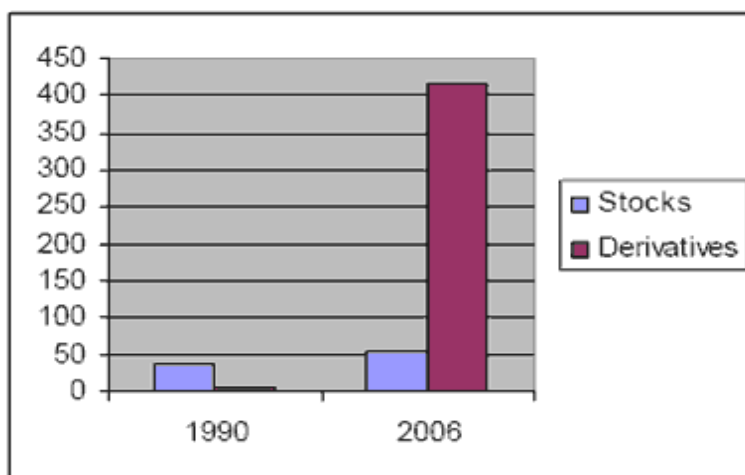
³ http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid_7414000/7414009.stm

⁴ <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2008/05/21/disminuye-10-american-airlines-sus-vuelos-en-eu-por-precios-de-combustible>

Estas crisis financieras, al igual que otras que se han presentado, dejan como consecuencia millonarias pérdidas, disminución de la inversión por el miedo, y también la desaceleración de las economías, entre otras. Ello genera un problema de confianza que vuelve a los inversionistas un poco más adversos al riesgo, buscando gestionar las condiciones del mercado en principio desfavorables y encaminándolos a realizar estrategias que les permitan evaluar la conveniencia de sus operaciones con el fin de realizar una asignación eficiente de sus recursos según su perfil, preferencias y oportunidades.

Lo anterior podría considerarse una de las causas del auge de los productos derivados frente a las acciones en los últimos años. Según la firma estadounidense Morgan Stanley⁵, la capitalización en acciones en el mundo pasó de 37 trillones de dólares en 1990 a 51 trillones en el 2006, mientras que los derivados aumentaron un 72.81%, pasando de 5.7 a 415 trillones de dólares en el mismo intervalo de tiempo, es decir, un valor 8.14 veces mayor que el de las acciones⁶. Los resultados mencionados se presentan en la gráfica 1.

Gráfica 1. Capitalización mundial de acciones vs. Derivados en 1990 y 2006.



⁵ Empresa estadounidense que opera como banco de inversiones, agente de bolsa y administrador de tarjetas de crédito. Su sede central se encuentra en Nueva York.

⁶ <http://www.econlink.com.ar/crisis-financiera-internacional>

Tomada de <http://www.econlink.com.ar/crisis-financiera-internacional>

Los productos derivados tienen una doble finalidad, la primera y más conocida de ellas es la cobertura de riesgos, sin embargo, también se constituyen en instrumentos que permiten diseñar estrategias de especulación sobre las inversiones en subyacentes, pues se liquidan en un fecha futura a cambio de unos bajos costos de intermediación, lo cual da al inversionista la posibilidad de volcar las condiciones del mercado a su favor dependiendo del producto que elija y del análisis que haga de las tendencias de precios.

Tal es el caso de las opciones financieras, las cuales dan a su tenedor el derecho (no la obligación como en el caso de los futuros) de comprar o vender un activo subyacente⁷ a un precio pactado (precio de ejercicio o strike) en una fecha futura determinada, a cambio de una prima.⁸

Estos contratos son muy utilizados por inversionistas para gestionar los cambios considerados típicamente “indeseados” en las cotizaciones de sus activos financieros, sin embargo, como se mencionó anteriormente, para poder diseñar una buena estrategia, es necesario estimar el comportamiento de los precios y la volatilidad del activo subyacente. De allí que cada vez se acreciente más el interés por el desarrollo de modelos que contribuyan a explicar las variaciones de los rendimientos y la tendencia de las cotizaciones de los diversos activos teniendo en cuenta las características de estas series financieras.

En este contexto, se ha propuesto este trabajo de investigación, pensando en los accionistas de American Airlines , sean personas naturales o jurídicas, que no se dediquen profesionalmente a realizar inversiones en los mercados financieros, es

⁷ Activo sobre el que se establece el derivado, puede ser un commodity, acción, índice bursátil, entre otros.

⁸ Introducción a los mercados de futuros y opciones

decir, aquellos inversionistas que deseen valorar de manera sencilla y con mayor precisión, sus productos financieros, con el fin de implementar una estrategia de especulación que les permita sacar el mejor provecho de la caída de las acciones por causa de la prolongada alza en el costo del combustible.

Contar con un pronóstico confiable de los precios permite tomar buenas decisiones y aprovechar las oportunidades del mercado, bien sea para obtener mayores ganancias especulando, incrementar rendimientos, disminuir riesgos como el de mercado, e incluso minimizar la magnitud de las pérdidas inevitables.

De lo anterior radica la importancia del uso de este método estadístico tradicional en la predicción a corto plazo de los precios de la acción de American Airlines, y del cálculo de su volatilidad a través de un modelo GARCH, para diseñar la estrategia adecuada según las condiciones de los mercados.

MARCO TEÓRICO

1 Series de tiempo⁹

Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones de una variable, las cuales están ordenadas de forma cronológica, es decir, dependen del tiempo transcurrido. Matemáticamente una serie de tiempo puede representarse con la siguiente notación:

$$X = \{X_1, X_2, \dots\}$$

Chris Chatfield en 1978 planteó varios objetivos del análisis de estas series (descripción, explicación y control), sin embargo, el principal de ellos es el reconocimiento de un patrón en su comportamiento, con el fin de pronosticarlo. Lo anterior suponiendo que no se presentan situaciones extremas, que varíen mucho de la normalidad.

Un pronóstico puede definirse como una estimación estadística de la ocurrencia de un acontecimiento futuro (UNESCO, WMO). Estos son utilizados en diversas disciplinas para la toma de decisiones.

1.1 Componentes de una serie temporal¹⁰

Con el fin de identificar los patrones de comportamiento, al analizar las series de tiempo se deben tener en cuenta sus diversos componentes:

⁹

<http://www.mexder.com.mx/inter/info/mexder/avisos/Pronosticos%20en%20el%20mercado%20de%20derivados%20utilizando%20redes%20neuronales%20y%20modelos%20ARIMA.pdf>

¹⁰ <http://www.monografias.com/trabajos30/series-de-tiempo/series-de-tiempo.shtml>

- Tendencia: se presenta una tendencia cuando por largos periodos de tiempo consecutivos, la variable presenta la misma evolución (decrece, estable o crece). La tendencia también suele definirse como cambios en la media.
- Variaciones Cíclicas: conjunto de oscilaciones (forma de onda o ciclos) alrededor de una tendencia (hacia arriba o hacia abajo) en periodos superiores a un año. Estas fluctuaciones no son regulares.
- Variaciones estacionales: Son patrones de comportamiento (alrededor de la tendencia) que ocurren de forma repetitiva año tras año, aproximadamente en los mismos periodos o estaciones, y con una intensidad casi igual. Por lo general estas fluctuaciones son causadas por diversos factores como las estaciones climatológicas, festividades o costumbres.
- Fluctuaciones irregulares o residuales: Son movimientos imprevistos y esporádicos, en una serie de tiempo, por lo tanto no siguen un patrón regular o identificable. dichos movimientos se deben a factores externos y aleatorios, y representan la variabilidad de la serie de tiempo después de explicar la tendencia, ciclos y variaciones estacionales. En ocasiones, el efecto que tienen estos movimientos sobre la serie es tan fuerte que pueden generar nuevos ciclos u otros movimientos.

1.2 Clasificación de las series de tiempo¹¹

Las series de tiempo se clasifican básicamente en dos tipos:

- Las determinísticas o procesos estocásticos estacionarios; este tipo de serie tiene dos características especiales: la primera es que cuenta con una media y varianza constante en el tiempo, es decir

¹¹ http://coas.cayey.upr.edu/eocasio/courses/s4047/apuntes/timeseries_eov.pdf

que permanecen iguales en cualquier momento en que se realice su medición; la segunda es que su covarianza depende exclusivamente de la distancia entre dos periodos de tiempo (no del tiempo total).

- Series de tiempo (procesos) no estacionarias, estas series tienen una media y/o varianza no constantes, es decir que varían con el tiempo, lo cual las hace un poco más difícil de predecir. Este tipo de serie es conocido como de caminata aleatoria. Entre estas series de tiempo se encuentran las financieras.

² Series de tiempo financieras ¹²

Las series de tiempo financieras tienen algunas características inherentes, lo cual complica un poco la predicción de su comportamiento. Esas características son:

- Comportamiento como caminata aleatoria (Hellström y Holmström, 1998). En palabras sencillas, esto significa que el movimiento de precios de un día, no tiene relación con el del día anterior. Este es un caso específico de un proceso estocástico llamado integrado, aquí la variable Y_t no es estacionaria, mientras que su primera diferencia si lo es, puesto que u_t tiene media constante cero y una varianza de σ^2 . por ende, para convertir una serie en estacionaria se obtienen las diferencias que sean necesarias.
- Varían en el tiempo, es decir, sus propiedades estadísticas cambian en diversos momentos en el tiempo (Hellström y Holmström, *ibid.*).
- Son muy aleatorias en los cambios diarios, por lo cual generan ruido (Magdon-Ismail, *et. al.*, 1998).

¹² Gujarati, Damodar N. *ECONOMETRIA*, Editorial McGraw-Hill, Cuarta edición. 2003. ISBN 9701039718.

2.1 Datos usados en la predicción de series de tiempo financieras

Los datos utilizados en la predicción de estas series pueden ser agrupados en dos grandes grupos: técnicos y fundamentales (Hellström y Holmström, *op. cit.*):

- Datos técnicos: representan la mayoría de los datos usados en éstas series e incluyen precios de acciones (cierre, mayor y menor), volumen total del día, volatilidad, entre otras.
- Datos fundamentales: los analistas de mercado establecen una base con el fin de obtener el valor real de la acción. Para ello se tiene en cuenta la situación económica del país, del sector y de la compañía.

3 Modelos de predicción: método ARIMA¹³

Las predicciones de series de tiempo pueden realizarse a través de diversos métodos. Éstos pueden clasificarse en 3 grandes grupos:

- Subjetivos: Las se utilizan herramientas subjetivas como el criterio, la intuición, el conocimiento en la materia y demás información considerada importante. Un ejemplo de este tipo es el método Delphi.
- Univariados: utiliza el análisis de datos históricos, buscando un patrón de comportamiento que se supone se repetirá en el futuro. El ejemplo más conocido es el método ARIMA.
- Multivariados: establece un modelo estadístico a partir de la relación entre la variable a pronosticar y otras que la expliquen (variables exógenas). En este grupo se encuentran la regresión múltiple y los

¹³ DIAZ CONTRERAS, Jhon Alexis. ALZATE MARIN, José Joaquín. RANGEL JAIMES German William. "metodología box – Jenkins para la modelación de la TRM mensual". universidad industrial de Santander. Bucaramanga. 2005.

3.1 Modelo ARIMA

Esta metodología para la predicción de series de tiempo fue propuesta por Box y Jenkins en la década de los 70, por lo cual, inicialmente adoptó el nombre de sus creadores; sin embargo, con el tiempo acogió el nombre técnico ARIMA, que por sus siglas en inglés significa: Autorregresivo (AR), integrado (I) and moving average (MA) es decir, Modelos integrados autorregresivos y de medias móviles.

La idea del modelo es estudiar y analizar las propiedades probabilísticas (estocásticas o aleatorias) de las series de tiempo, basándose en la consigna de ““permitir que la información hable por sí misma”.¹⁴

3.1.1 Proceso autorregresivo (AR)

En este proceso, el valor actual de la variable (Y_t) depende exclusivamente del promedio ponderado de observaciones anteriores (de P periodos anteriores si es un proceso AR de orden p) y un error aleatorio en el periodo actual (no correlacionado con media cero y varianza constante). De lo anterior que los valores de la variable Y se expresen como desviaciones de su media. La función es:

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \delta + u_t$$

Este modelo solo considera como regresores los valores anteriores de Y_t , de allí que se afirme que la información habla por sí misma.

¹⁴ LUNA GONZALEZ, Edgar. GUERRERO NUÑEZ, Fernando. “evaluación y comparación del coeficiente beta aplicando la metodología tradicional y los modelos GARH y ARCH en el mercado accionario colombiano”.

3.1.2 Proceso de media móvil (MA)

En este proceso, para hallar el valor de la variable (Y_t) se tiene en cuenta la media móvil de errores aleatorios de q periodos anteriores (si es de orden q , MA (q)). Este modelo supone un proceso de ruido blanco, es decir, los errores aleatorios están distribuidos de forma independiente en el tiempo. La función es:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q}$$

3.1.3 Proceso auto regresivo y de media móvil (ARMA)

Debido a que muchos modelos tienen características de los dos anteriores en conjunto, se dio lugar a los modelos mixtos auto regresivos con media móvil (ARMA) de orden (p, q). La función es:

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \delta + u_t + \beta_1 u_{t-1} + \dots + \beta_q u_{t-q}$$

Si a lo anterior se le suma una serie que ha sido convertida a estacionaria (diferenciarla d veces) se obtiene el modelo ARIMA (p, d, q).¹⁵

3.2 Notación Box-Jenkins

El modelo ARIMA se denota de la ARIMA (p, d, q). Donde:

p : Número de parámetros auto regresivos.

d : Número de diferenciaciones para que la serie sea estacionaria.

q : Número de parámetros de medias móviles.

¹⁵ CRUZ TORRES, Iván. "Pronósticos en el mercado de derivados utilizando redes neuronales y modelos ARIMA: una aplicación al Cete de 91 días en el MexDer."

4 Volatilidad

Variación o cambio en la cotización de un activo financiero en un horizonte de tiempo específico. Se usa con frecuencia para cuantificar el riesgo del instrumento a lo largo de dicho período temporal, razón por la cual es vista frecuentemente como un factor negativo. Sin embargo, es posible obtener beneficios de la volatilidad si se utiliza la estrategia adecuada. Usualmente se expresa en términos anuales, ya sea en valor absoluto o en porcentaje.¹⁶

Hay dos grandes tipos de volatilidad: la Histórica y la implícita. La primera es una medida estadística del movimiento de los precios de un instrumento financiero a partir de las cotizaciones históricas. La segunda es llamada también volatilidad del mercado pues refleja las expectativas del mercado sobre la volatilidad del activo hasta el vencimiento.¹⁷

5 Modelo de medición de la Volatilidad: GARCH¹⁸

Tradicionalmente la volatilidad es considerada una medida del riesgo de un activo financiero; sin embargo, si se estima adecuadamente puede ser utilizada a favor del inversionista con el fin de obtener el mejor provecho de situaciones que normalmente serían consideradas desfavorables. De allí la importancia de contar con un modelo para su estimación.

El modelo GARCH o modelo auto regresivo condicional generalizado con varianza heteroscedástica, fue desarrollado por Bollerslev en 1987, y es considerado como una extensión del ARCH. La diferencia entre ambos radica en

¹⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/Volatilidad>

¹⁷ De Lara Haro, Alfonso. Medición y Control de riesgos financieros, Editorial Limusa, Tercera edición. 2004.

¹⁸ LUNA GONZALEZ, Edgar. GUERRERO NUÑEZ, Fernando. “evaluación y comparación del coeficiente beta aplicando la metodología tradicional y los modelos GARH y ARCH en el mercado accionario colombiano”. Universidad Autónoma de Bucaramanga. Bucaramanga. 2005.

que el primero propone que la varianza condicional del error depende de este mismo valor en un periodo anterior, al cuadrado, y también de la varianza condicional del periodo anterior.

5.1 Características del modelo

El error aleatorio (ε_t) siempre tiene media cero y desviación uno. Los parámetros del modelo deben cumplir 2 condiciones: la primera que $\omega \geq 0$ y $\alpha_i, \beta_j \geq 0$ e $i=1\dots q$, y $j=1\dots p$. y la segunda, que la suma de todos ellos sea menor que uno, con el fin de que la serie sea estacionaria en su media.

Se desconoce su función de distribución marginal, sin embargo es posible calcular los primeros momentos y definir el proceso teniendo en cuenta la media y la varianza.

5.2 Las funciones del modelo GARCH (p,q)

Cabe resaltar que en este modelo, la letra p representa el número de rezagos del término error al cuadrado, y la letra q representa el número de términos de varianzas condicionales rezagadas.

En un modelo GARCH existen dos ecuaciones:

$$Y_t = \varepsilon_t \sigma_t$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i Y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

En la primera de ellas, el valor de la variable Y_t depende del producto del valor de ε_t a su varianza y un error aleatorio (ruido blanco). En la segunda, el valor de la varianza en el tiempo t depende del valor de la misma en el tiempo t-1 y de la

variación aleatoria.¹⁹

6 Opciones Financieras²⁰

Contratos que dan a su comprador el derecho, pero no la obligación, de comprar o vender un activo subyacente (acciones, índices bursátiles, etc.) a un precio predeterminado llamado precio de ejercicio (strike), hasta una fecha establecida, a cambio de una prima (precio de la opción) que es negociada a partir de la oferta y demanda del mercado.

6.1 Opción Call

Contrato que da su comprador el derecho (no la obligación) de comprar un activo subyacente a un precio predeterminado en una fecha concreta. El vendedor de la opción call tiene la obligación de vender el activo en el caso de que el comprador ejerza el derecho a comprar.

6.2 Opción Put

Contrato que da a su comprador el derecho (no la obligación) a vender un activo a un precio predeterminado hasta una fecha concreta. El vendedor de la opción put tiene la obligación de comprar el activo en el caso de que el comprador de la opción decida ejercer el derecho a vender el activo.

6.3 Posiciones en opciones²¹

- **Compra de una Opción Call**

Obtiene el derecho a comprar activo subyacente a cambio de la prima. Es conveniente cuando se tienen expectativas alcistas sobre la evolución futura del mercado de valores.

19 LUNA GONZALEZ, Edgar. GUERRERO NUÑEZ, Fernando. “evaluación y comparación del coeficiente beta aplicando la metodología tradicional y los modelos GARH y ARCH en el mercado accionario colombiano”.

20 http://es.wikipedia.org/wiki/Opci%C3%B3n_financiera

21 http://es.wikipedia.org/wiki/Opci%C3%B3n_financiera

- **Venta de una Opción Call**

Obligado a vender el activo subyacente en una fecha futura si le ejercen la opción. Recibe la prima. Permite venta en corto (puede venderse sin haberla comprado previamente). Es conveniente cuando se tienen expectativas bajistas sobre la evolución futura del mercado de valores

- **Compra de una Opción Put**

Obtiene el derecho a vender un activo subyacente a cambio de la prima. Es conveniente cuando se tienen expectativas bajistas sobre la evolución futura del mercado de valores

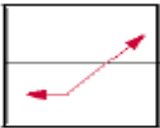
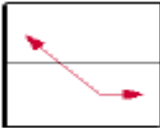
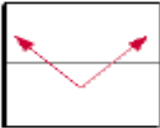
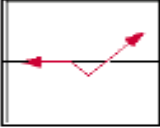
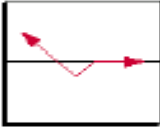
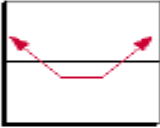
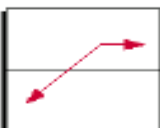
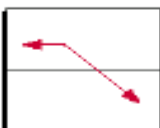
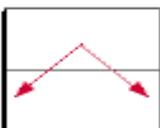
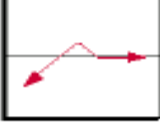
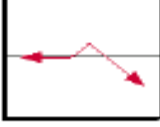
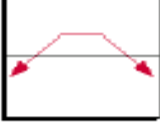

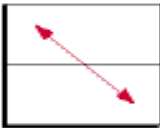

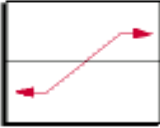
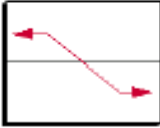
- **Venta de una Opción Put**

Obligado a comprar el activo subyacente en una fecha futura si le ejercen la opción. Recibe la prima. Permite venta en corto. Es conveniente cuando se tienen expectativas alcistas sobre la evolución futura del mercado de valores.²²

22 JOSEPH STAMPFLI, VÍCTOR GOODMAN. Matemáticas Para Las Finanzas. Modelado Y Cobertura. Editorial Thomson. 2002

6.4 Estrategias con opciones

Cuadro 1. Resumen de estrategias con opciones

<p>5 CALL COMPRADA</p>  <p>Comprar una Call</p>	<p>7 PUT COMPRADA</p>  <p>Comprar una Put</p>	<p>13 CONO COMPRADO</p>  <p>Comprar una Call y una Put del mismo P. Ejer.</p>
<p>* 19 CALL RATIO BACK-SPREAD</p>  <p>Vender una Call y comprar 2 Calls de P. Ejer. superior</p>	<p>* 20 PUT RATIO BACK-SPREAD</p>  <p>Vender una Put y comprar 2 Puts de P. Ejer. inferior</p>	<p>15 CUNA COMPRADA</p>  <p>Comprar una Call y una Put de diferente P. Ejer.</p>
<p>8 PUT VENDIDA</p>  <p>Vender una Put</p>	<p>6 CALL VENDIDA</p>  <p>Vender una Call</p>	<p>14 CONO VENDIDO</p>  <p>Vender una Call y una Put del mismo P. Ejer.</p>
<p>* 18 RATIO PUT SPREAD</p>  <p>Comprar una Put y vender 2 Puts de P. Ejer. inferior</p>	<p>* 17 RATIO CALL SPREAD</p>  <p>Comprar una Call y vender 2 Calls de P. Ejer. superior</p>	<p>16 CUNA VENDIDA</p>  <p>Vender una Call y una Put de diferente P. Ejer.</p>
<p>1 ACCION COMPRADA</p>  <p>Comprar una acción</p>	<p>2 ACCION VENDIDA</p>  <p>Vender una acción</p>	<p>21 BOX/ CONVERSION</p>  <p>Posición cerrada combinando opciones y acciones</p>
<p>9 SPREAD ALCISTA</p>  <p>Comprar una Call y vender una Call de P. Ejer. superior o comprar una Put y vender una Put de P. Ejer. superior</p>	<p>10 SPREAD BAJISTA</p>  <p>Comprar una Call y vender una Call de P. Ejer. inferior o comprar una Put y vender una Put de P. Ejer. inferior</p>	

Tomado del pdf “suba o baje la bolsa con Opciones sobre Acciones dormiré tranquilo.”

METODOLOGÍA

7 ANALISIS Y AJUSTE DE LA SERIE DE TIEMPO FINANCIERA.

7.1 Los Datos

Los datos a trabajar corresponden a los precios de las acciones de la aerolínea norteamericana American Airlines desde el 02 de enero del 2003 al 30 de junio de 2008. Lo anterior representa un total de 1383 datos, teniendo en cuenta que de omitieron los días en que la acción no cotizó en bolsa.

7.2 Análisis Exploratorio de la serie Financiera

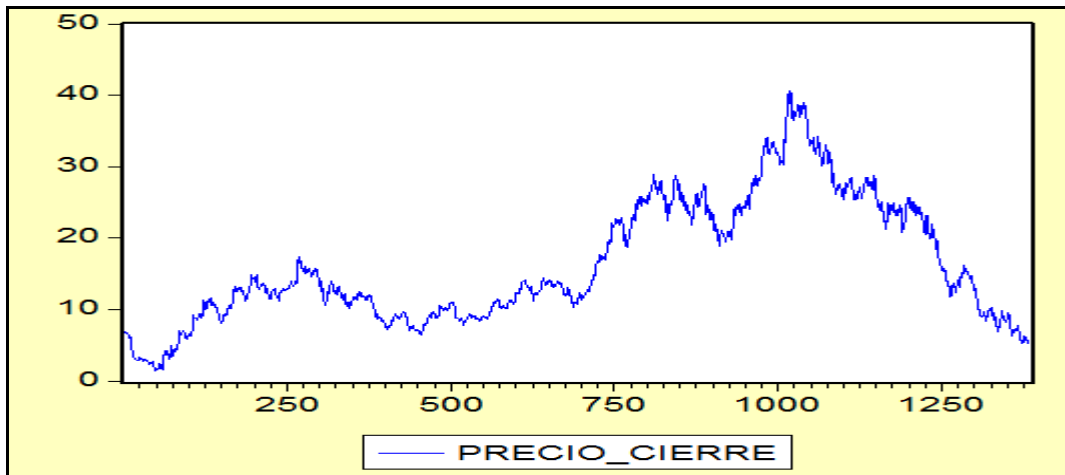
El análisis estadístico de la serie de tiempo financiera y su posterior ajuste se realizarán a través de un software especializado conocido como eviews 5.0. Este programa es comúnmente utilizado para analizar estadística y econométricamente datos, y obtener ecuaciones que pueden ser uni o multivariantes.

El primer paso para analizar la serie de cotizaciones de American Airlines es identificarla, para ello existen varias opciones. A continuación se presentan solo cuatro de ellas debido que se conoce que casi todas las series financieras son estacionarias y se espera que la serie objeto de este estudio no sea la excepción. Una serie de tiempo estacionaria es aquella que su media, varianza y autocovarianza son constantes en los diferentes rezagos, es decir que no dependen del momento en que se miden.²³

La primera prueba de estacionariedad es el análisis gráfico de la serie original de precios que se presenta a continuación:

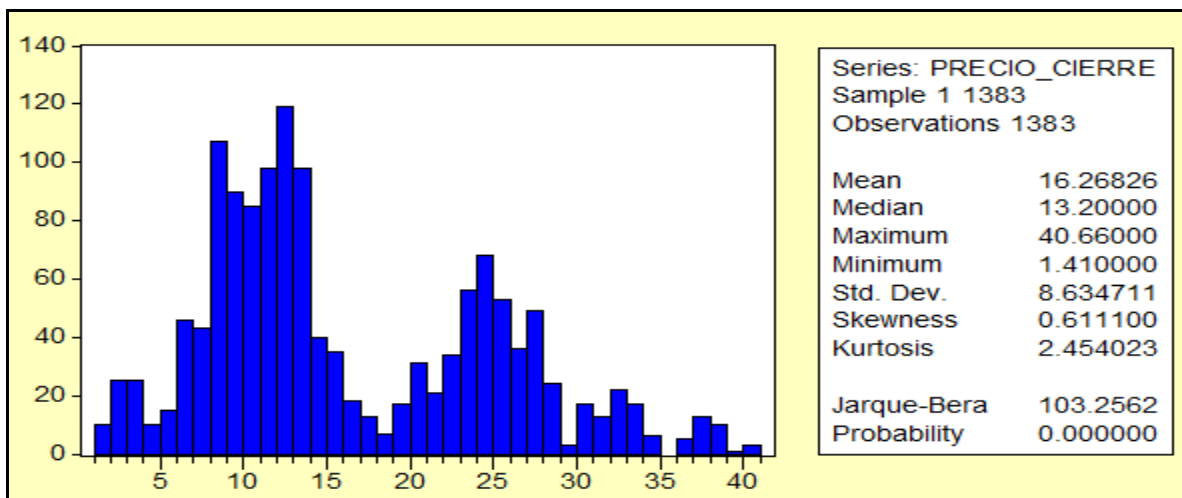
²³ Gujarati, Damodar N. *ECONOMETRIA*, Editorial McGraw-Hill, Cuarta edición. 2003. ISBN 9701039718.

Gráfico 2. Análisis gráfico de Estacionariedad de la serie de precios de American Airlines.



Al observar la gráfica, puede afirmarse a priori que la serie es no estacionaria debido que muestra oscilaciones de gran amplitud alrededor de la media (efecto de shock permanente) y también se aprecian dos tendencias muy marcadas, inicialmente al alza y en los últimos datos tomados a la baja. Para tener certeza de hipótesis de estacionariedad se recurre al segundo análisis que se basa en la estadística descriptiva.

Gráfico 3. Análisis estadístico descriptivo de la serie de precios de American Airlines.



A partir de los resultados arrojados por el histograma y los estadísticos se observa que durante principios del 2003 y mediados del 2008 la serie de precios presentó una media de 16.268 y una desviación de 8.6347. Además tiene un coeficiente de asimetría muy cercano a cero (0.6111) y un coeficiente de kurtosis muy cercano a 3 (2.4540) por lo cual se afirma que la serie es asimétrica a la derecha de tipo platicúrtica

En cuanto a la estacionariedad, el estadístico JB, es comúnmente utilizado para saber si una serie presenta una distribución normal. En este caso, el JB es muy superior a cero con un valor de 103.2562, por lo cual, estableciendo como H_0 que la serie tiene distribución Normal con un nivel de confianza definido y como H_1 que la serie no tiene distribución normal a este mismo nivel, se rechaza H_0 y por ende se concluye que la serie es no estacionaria.

La tercera prueba se enfoca en determinar la presencia o no de raíces unitarias (datos correlacionados) a través del cálculo del estadístico de **Dickey Fuller Aumentado** en el cual se compara este estadístico con los valores críticos *tau* de MacKinnon. Si el valor absoluto del estadístico es menor que estos valores a cualquier nivel de significancia, se acepta la hipótesis nula que dice que la serie presenta raíz unitaria, es decir que no es estacionaria.

Gráfico 4. Prueba DFA de la serie de precios de American Airlines.

Null Hypothesis: PRECIO_CIERRE has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=23)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-1.222337	0.6668
Test critical values:				
	1% level		-3.434872	
	5% level		-2.863424	
	10% level		-2.567822	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PRECIO_CIERRE)				
Method: Least Squares				
Date: 09/21/08 Time: 11:43				
Sample (adjusted): 2 1383				
Included observations: 1382 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PRECIO_CIERRE(-1)	-0.002309	0.001889	-1.222337	0.2218
C	0.036462	0.034795	1.047914	0.2949
R-squared	0.001082	Mean dependent var		-0.001114
Adjusted R-squared	0.000358	S.D. dependent var		0.606014
S.E. of regression	0.605905	Akaike info criterion		1.837260
Sum squared resid	506.6274	Schwarz criterion		1.844831
Log likelihood	-1267.547	F-statistic		1.494107
Durbin-Watson stat	1.971436	Prob(F-statistic)		0.221789

A partir de los resultados que arrojó el aplicativo sobre el test DF aumentado aplicado a la serie, se observa que al 1%, 5% y 10% de confianza se acepta la hipótesis nula, es decir que la serie Precio_cierre es estadísticamente no estacionaria, puesto que 1.2223 es menor que 3.4348, 2.8634 y 2.5678

Para culminar con las pruebas de estacionariedad, se analizará el correlograma de la serie que se presenta a continuación:

Gráfico 5. Correlograma de la serie de precios de American Airlines.

Sample: 1 1383
Included observations: 1383

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.995	0.995	1373.0	0.000
		2 0.991	0.002	2734.2	0.000
		3 0.986	0.016	4084.1	0.000
		4 0.982	0.004	5422.9	0.000
		5 0.977	-0.023	6750.0	0.000
		6 0.973	0.016	8066.1	0.000
		7 0.968	0.001	9371.2	0.000
		8 0.964	0.023	10666.0	0.000
		9 0.960	-0.001	11950.0	0.000
		10 0.956	0.012	13225.0	0.000
		11 0.952	-0.007	14490.0	0.000
		12 0.947	-0.036	15744.0	0.000
		13 0.942	-0.050	16986.0	0.000
		14 0.938	-0.002	18216.0	0.000
		15 0.933	0.069	19436.0	0.000
		16 0.929	0.016	20647.0	0.000
		17 0.925	0.003	21848.0	0.000
		18 0.922	0.003	23039.0	0.000
		19 0.918	-0.001	24222.0	0.000
		20 0.914	-0.028	25395.0	0.000
		21 0.909	0.005	26558.0	0.000
		22 0.905	-0.004	27712.0	0.000
		23 0.901	-0.042	28855.0	0.000
		24 0.896	0.008	29987.0	0.000
		25 0.892	-0.003	31110.0	0.000
		26 0.888	0.026	32222.0	0.000
		27 0.884	-0.003	33326.0	0.000
		28 0.880	0.015	34420.0	0.000
		29 0.876	0.016	35506.0	0.000
		30 0.872	-0.003	36583.0	0.000
		31 0.869	0.002	37652.0	0.000
		32 0.864	-0.037	38711.0	0.000
		33 0.860	-0.019	39761.0	0.000
		34 0.856	-0.013	40801.0	0.000
		35 0.851	0.013	41831.0	0.000
		36 0.847	-0.010	42852.0	0.000
		37 0.843	-0.008	43863.0	0.000
		38 0.838	-0.001	44864.0	0.000
		39 0.834	-0.015	45855.0	0.000
		40 0.830	0.002	46837.0	0.000
		41 0.826	0.009	47810.0	0.000
		42 0.821	-0.036	48773.0	0.000
		43 0.817	0.042	49726.0	0.000
		44 0.813	0.007	50671.0	0.000
		45 0.809	0.009	51607.0	0.000
		46 0.804	-0.016	52534.0	0.000
		47 0.800	0.010	53452.0	0.000
		48 0.796	0.009	54363.0	0.000
		49 0.793	0.011	55265.0	0.000
		50 0.789	0.008	56160.0	0.000
		51 0.785	-0.031	57046.0	0.000
		52 0.781	0.002	57924.0	0.000
		53 0.777	-0.018	58794.0	0.000
		54 0.773	-0.012	59655.0	0.000
		55 0.769	-0.005	60507.0	0.000
		56 0.765	0.005	61351.0	0.000
		57 0.760	-0.001	62186.0	0.000
		58 0.756	-0.002	63013.0	0.000
		59 0.752	-0.003	63832.0	0.000
		60 0.748	-0.017	64642.0	0.000
		61 0.744	-0.027	65442.0	0.000
		62 0.739	-0.013	66234.0	0.000
		63 0.735	0.018	67017.0	0.000
		64 0.730	0.010	67792.0	0.000
		65 0.726	0.033	68558.0	0.000
		66 0.722	-0.027	69317.0	0.000
		67 0.718	-0.038	70066.0	0.000
		68 0.713	0.018	70808.0	0.000
		69 0.709	0.024	71541.0	0.000
		70 0.706	0.031	72268.0	0.000
		71 0.702	0.015	72987.0	0.000
		72 0.699	0.036	73700.0	0.000
		73 0.696	0.031	74408.0	0.000
		74 0.693	0.006	75110.0	0.000
		75 0.689	-0.034	75806.0	0.000
		76 0.686	0.000	76496.0	0.000
		77 0.683	0.010	77181.0	0.000
		78 0.680	0.020	77860.0	0.000
		79 0.677	0.014	78534.0	0.000
		80 0.674	-0.039	79202.0	0.000
		81 0.671	-0.020	79865.0	0.000
		82 0.668	0.000	80522.0	0.000
		83 0.665	0.014	81173.0	0.000
		84 0.662	0.019	81819.0	0.000
		85 0.659	0.002	82460.0	0.000
		86 0.656	0.016	83096.0	0.000
		87 0.653	-0.017	83727.0	0.000
		88 0.651	0.005	84353.0	0.000
		89 0.648	0.004	84974.0	0.000
		90 0.645	-0.012	85591.0	0.000
		91 0.642	0.016	86202.0	0.000
		92 0.640	0.015	86809.0	0.000
		93 0.637	0.014	87411.0	0.000
		94 0.634	-0.023	88008.0	0.000
		95 0.631	-0.034	88599.0	0.000
		96 0.627	-0.034	89185.0	0.000
		97 0.624	-0.018	89765.0	0.000
		98 0.620	-0.021	90337.0	0.000
		99 0.616	0.010	90904.0	0.000
		...	0.613	91464.0	0.000
		...	0.609	92019.0	0.000
		...	0.606	92567.0	0.000
		...	0.603	93111.0	0.000
		...	0.599	93649.0	0.000
		...	0.596	94182.0	0.000

En el gráfico de autocorrelación simple (fas) se muestra un descenso muy lento de los valores de autocorrelación, tanto que aún en el rezago 200 los valores se encuentran por fuera de la banda de confianza del 95%. Además todas las probabilidades de Aceptar Ho: no autocorrelación, fueron 0%. Lo anterior señala que la serie tiene una altísima correlación entre sus residuos y sus residuos al cuadrado, y por ende se comporta de forma no estacionaria

En definitiva, al comparar los resultados de las cuatro pruebas se concluye que la serie es no estacionaria y con una alta volatilidad, por ende es necesario ajustarla para obtener un modelo econométrico significativo que permita determinar una tendencia futura confiable de los precios de las acciones de AA.

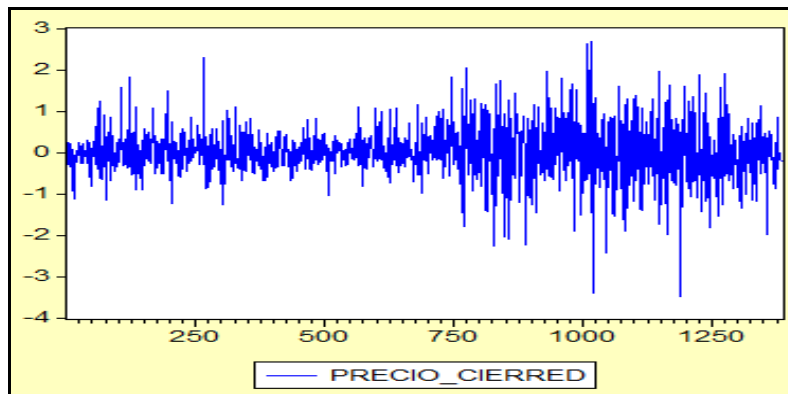
7.3 Ajuste de la serie Financiera.

A partir del correlograma presentado en el ítem anterior y con el fin de volver la serie estacionaria, se decide configurar un modelo Auto Regresivo AR (1) con el fin de no sobrediferenciar innecesariamente pues ello haría que los resultados del modelo fueran menos confiables. Para ello, se genera en eviews una nueva variable denominada dprecio_cierre, la cual se obtiene a partir de la ecuación:

$$\text{precio_cierred}=\text{precio_cierre}-\text{precio_cierre}(-1)$$

La variable también se puede crear en eviews como **precio_cierred=d(precio_cierre)**. Las gráficas de la nueva variable se presentan a continuación:

Gráfico 6. Primera diferencia de la serie de precios de American Airlines.



En la gráfica de la serie de precios diferenciada puede observarse que tiende a un valor constante (la media) pareciendo que las desviaciones se corrigen de inmediato.

Gráfico 7. Prueba DFA de la serie diferenciada de precios de American Airlines.

Null Hypothesis: DPRECIO_CIERRE has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=23)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-36.65280	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.434876	
	5% level		-2.863426	
	10% level		-2.567823	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(DPRECIO_CIERRE)				
Method: Least Squares				
Date: 09/22/08 Time: 20:17				
Sample (adjusted): 3 1383				
Included observations: 1381 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DPRECIO_CIERRE(-1)	-0.986982	0.026928	-36.65280	0.0000
C	-0.001146	0.016318	-0.070244	0.9440
R-squared	0.493467	Mean dependent var		-0.000210
Adjusted R-squared	0.493099	S.D. dependent var		0.851721
S.E. of regression	0.606399	Akaike info criterion		1.838891
Sum squared resid	507.0862	Schwarz criterion		1.846466
Log likelihood	-1267.754	F-statistic		1343.427
Durbin-Watson stat	1.999283	Prob(F-statistic)		0.000000

Los resultados señalan que una vez aplicada la primera diferencia a la serie se corrige el problema de no estacionariedad, al comparar nuevamente el estadístico DFA con los valores críticos a los niveles 1, 5 y 10% y notar que ahora estos últimos son inferiores (en valor absoluto) al estadístico, lo cual indica que se rechaza la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria y de estacionariedad.

Gráfico 8. Correlograma de la serie diferenciada de precios de American Airlines.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.013	0.013	0.2323	0.630
		2	-0.022	-0.022	0.8831	0.643
		3	0.011	0.012	1.0627	0.786
		4	0.009	0.008	1.1810	0.881
		5	-0.031	-0.031	2.5155	0.774
		6	-0.001	-0.000	2.5173	0.867
		7	0.001	-0.001	2.5181	0.926
		8	0.005	0.006	2.5588	0.959
		9	-0.030	-0.030	3.8071	0.924
		10	0.001	0.002	3.8099	0.956
		11	0.049	0.048	7.1988	0.783
		12	0.052	0.051	10.921	0.536
		13	-0.017	-0.016	11.328	0.583
		14	-0.049	-0.050	14.646	0.403
		15	-0.004	-0.006	14.672	0.475
		16	-0.017	-0.016	15.067	0.520
		17	-0.019	-0.014	15.563	0.555
		18	-0.015	-0.017	15.894	0.600
		19	0.059	0.057	20.805	0.348
		20	0.007	0.008	20.868	0.405
		21	-0.024	-0.019	21.662	0.419
		22	0.041	0.037	23.992	0.348
		23	-0.021	-0.033	24.595	0.371
		24	0.017	0.022	24.995	0.406
		25	-0.036	-0.033	26.791	0.366
		26	-0.004	0.001	26.816	0.419
		27	-0.012	-0.012	27.029	0.462
		28	0.001	0.004	27.030	0.517
		29	0.025	0.030	27.914	0.523
		30	-0.002	-0.013	27.921	0.575
		31	0.069	0.066	34.593	0.300
		32	0.005	-0.000	34.623	0.344
		33	-0.001	0.007	34.625	0.390
		34	0.015	0.011	34.928	0.424
		35	-0.007	-0.008	34.995	0.468
		36	-0.004	0.006	35.013	0.515

Para probar la diferenciación, se calcula el intervalo de confianza al 95%. A partir de las tablas de distribución normal se obtiene un Z de 1.96 y por ende un de $\pm 0,05270417$, con un n de 1383 datos.

Teniendo presente lo anterior, en el correlograma de la serie de precios diferenciada puede apreciarse que los residuos se encuentran dentro de la banda de confianza del 95% hasta el rezago 11 y 12. Lo anterior da un indicio de una posible configuración para el modelo ARIMA.

8 ESTIMACIÓN MODELO ARIMA Y GARCH

8.1 MODELO ARIMA

Es importante recordar que la parte “AR” del modelo se refiere a los términos autorregresivos regulares, la “I” a integrado (primera diferencia) y el MA a los términos de media móvil.

Teniendo presente lo anterior, se estudiaron y probaron todos los posibles modelos ARIMA, enfatizando en cuatro de ellos que resultaron los más significativos:

AR	MA
11	11
11	12
12	11
12	12

Las pruebas realizadas a los cuatro modelos para probar su significancia fueron:

- Significancia de los Coeficientes
- Prueba de Residuos no correlacionados
- Análisis de AIC y SIC

De lo anterior se obtuvo que el modelo que más se ajustaba a los requerimientos de pronóstico y el más significativo es un AR (12) I (1) MA (12). El modelo y los resultados de las pruebas se presentan a continuación (para ver los resultados de los otros tres modelos dirigirse a los anexos A, B y C):

Gráfico 9. Modelo ARIMA (12,1,12)

Dependent Variable: DPRECIO_CIERRE				
Method: Least Squares				
Date: 09/29/08 Time: 20:49				
Sample (adjusted): 14 1383				
Included observations: 1370 after adjustments				
Convergence achieved after 17 iterations				
Backcast: ? 0				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(12)	0.929503	0.049448	18.79766	0.0000
MA(12)	-0.911456	0.054240	-16.80428	0.0000
R-squared	0.004220	Mean dependent var		0.000161
Adjusted R-squared	0.003492	S.D. dependent var		0.607958
S.E. of regression	0.606896	Akaike info criterion		1.840540
Sum squared resid	503.8652	Schwarz criterion		1.848164
Log likelihood	-1258.770	Durbin-Watson stat		1.975905
Inverted AR Roots	.99	.86-.50i	.86+.50i	.50-.86i
	.50+.86i	.00+.99i	-.00-.99i	-.50+.86i
	-.50-.86i	-.86+.50i	-.86-.50i	-.99
Inverted MA Roots	.99	.86-.50i	.86+.50i	.50-.86i
	.50+.86i	.00+.99i	-.00-.99i	-.50+.86i
	-.50-.86i	-.86+.50i	-.86-.50i	-.99

La primera prueba es la significancia de los coeficientes, esta puede observarse a través de su probabilidad, entre más pequeña sea, más significativos serán. En este caso, todos tienden a cero lo cual es un gran indicio de la significancia del modelo.

Además puede aplicarse la prueba t, se observa que el estadístico para más de 120 grados de libertad y con una probabilidad de 0.025 (1.96) es menor que los valores absolutos de los t-estadísticos de los coeficientes, lo cual indica la inexistencia de autocorrelación en la serie de residuos y que el modelo es significativo.

Lo anterior se corrobora de dos formas, la primera es al observar el estadístico de Durbin-Watson que se acerca mucho a 2 (1.9759) y demuestra que no existe dependencia entre el residuo y su valor en periodos anteriores.

La segunda es a través del correlograma de los residuos del ARIMA en el cual se observa, a través del estadístico Q, que no hay autocorrelación puesto que las probabilidades son mayores de 0.05 es decir que se sitúa en la región de aceptación de la hipótesis nula que indica que es ruido blanco. Además el Valor del último Q estadístico es inferior al Q crítico para 36 rezagos y α de 0.05 (55,76), por lo cual se acepta la H_0 .

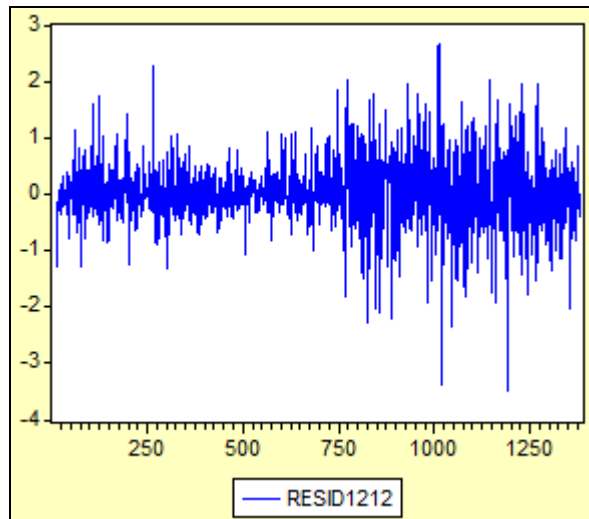
Grafica 10. Correlograma de los residuos del modelo ARIMA (12,1,12)

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1			0.010	0.010	0.1479	0.701
2			-0.024	-0.024	0.9494	0.622
3			0.013	0.013	1.1718	0.760
4			0.010	0.009	1.3001	0.861
5			-0.037	-0.037	3.1754	0.673
6			0.000	0.001	3.1754	0.787
7			-0.004	-0.006	3.2024	0.866
8			0.007	0.008	3.2666	0.917
9			-0.029	-0.029	4.4325	0.881
10			0.002	0.001	4.4358	0.926
11			0.051	0.049	7.9659	0.716
12			0.031	0.030	9.3055	0.677
13			-0.019	-0.016	9.7841	0.711
14			-0.051	-0.053	13.322	0.501
15			-0.001	-0.003	13.325	0.577
16			-0.016	-0.015	13.659	0.624
17			-0.024	-0.020	14.469	0.634
18			-0.014	-0.015	14.749	0.679
19			0.056	0.053	19.185	0.445
20			0.008	0.010	19.284	0.503
21			-0.022	-0.019	19.969	0.523
22			0.042	0.037	22.406	0.436
23			-0.021	-0.032	23.046	0.458
24			-0.004	0.004	23.063	0.516
25			-0.038	-0.035	25.121	0.456
26			-0.005	-0.003	25.162	0.510
27			-0.010	-0.010	25.308	0.557
28			0.003	0.005	25.318	0.610
29			0.021	0.025	25.932	0.629
30			-0.001	-0.013	25.934	0.678
31			0.066	0.064	32.035	0.415
32			0.007	0.003	32.099	0.462
33			0.001	0.007	32.101	0.512
34			0.014	0.011	32.368	0.548
35			-0.008	-0.009	32.459	0.591
36			-0.023	-0.009	33.191	0.603

Cabe resaltar que las desviaciones estándar de los betas, que representan los

errores estándar de los estimadores o parámetros son señal de significancia del modelo entre más pequeños sean. En este caso, los errores son 0.04 y 0.05 los cual indica que el modelo hace una buena explicación de la serie pues como afirma Gujarati en el capítulo 13 de la cuarta edición de su libro “Econometría”: “A medida que uno se acerca a la verdad, no solamente los residuos son más pequeños (en valor absoluto) sino también estos no presentan los giros cíclicos pronunciados asociados con modelos mal especificados”.

Gráfico 11. Gráfico lineal de los residuos del modelo ARIMA (12,1,12)



Finalmente se debe buscar el modelo que cumpliendo todas las pruebas ya explicadas, tenga el menor AIC y SIC (Ver gráfica 9). Estos criterios se usan para comparar y seleccionar modelos no anidados puesto que tienen en cuenta el ajuste del modelo a la serie y la cantidad de parámetros utilizados en dicho ajuste, sin embargo el SIC impone una mayor penalización que el akaike.

Al terminar con el análisis hecho a la serie y al modelo ARIMA (12,1,12) puede afirmarse que se presenta un alto grado de confianza en sus estadísticos y por ende en el pronóstico a realizar.

A continuación se harán las pruebas de heteroscedasticidad con el objeto de establecer si en realidad las series son modelos Arch y Garch.

8.2 MODELO GARCH

Como se ha visto a lo largo de este trabajo, la serie diferenciada es estacionaria, lo cual es bueno para un modelo de predicción, sin embargo, las primeras diferencias suelen presentar variaciones amplias (volatilidad)

Por ello es importante encontrar un modelo que pueda explicar esas variaciones. De allí la importancia de los modelos autorregresivos con heteroscedasticidad condicional Arch y Garch que se basan en el principio que la varianza no es constante y está condicionada por el tiempo, es decir no presenta ni estacionariedad, ni tiene una distribución normal.

Se prosiguió a estimar el modelo GARCH a través de la realización de los siguientes pasos:

1. Se generó en eviews la serie de los rendimientos de las acciones con el fin de obtener mejores resultados; la fórmula utilizada fue:

$$\text{Rentabilidades} = \log(\text{precio_cierre}/\text{precio_cierre}(-1))$$

Se aplicaron las pruebas de estacionariedad ya descritas sobre esta nueva serie, y se determinaron los posibles ARIMA. De dichos modelos se generaron los residuos y se hicieron pruebas de normalidad y del Q estadístico. A partir de las cuales se concluyó que en todos los modelos los residuos estaban correlacionados y por ende la serie de rendimientos no tenía efectos ARCH. Para observar los

resultados de las pruebas hechas a la serie de rentabilidades ver anexos D y E.

2. Teniendo como base que ningún modelo ARIMA de rendimientos tenía efectos ARCH, se optó por trabajar sobre el modelo ARIMA (12,1,12) de los precios de cierre, realizándole todas las pruebas descritas en el numeral anterior a dicho modelo, además de la prueba de regresión de los residuos y el test ARCH LM. Se concluyó que este si tenía efectos ARCH.
3. Se seleccionó el número de términos Arch y Garch a utilizar. El número de términos son la “q” que se refiere a la presencia autorregresiva Garch de orden q, y la “p” que se refiere a un Arch de orden p con promedio móvil.
4. Se realizan pruebas sobre la correcta estimación de los términos a partir del correlograma de los residuos al cuadrado (no deben haber signos de autocorrelación) y las pruebas de significancia de los parámetros a través de la probabilidad, del R^2 y de los indicadores AIC y SIC.

A continuación se desarrollan las pruebas realizadas sobre el modelo ARIMA (12,1,12) para comprobar la presencia de efectos ARCH. La primera prueba consiste en verificar que los residuos no sean explicados por los residuos rezagados un periodo.

Grafica 12. Regresión de los residuos del ARIMA en función de los residuos rezagados un periodo.

Dependent Variable: RESID1212				
Method: Least Squares				
Date: 10/01/08 Time: 19:46				
Sample (adjusted): 15 1383				
Included observations: 1369 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID1212(-1)	0.010413	0.027003	0.385640	0.6998
C	-0.001010	0.016381	-0.061628	0.9509
R-squared	0.000109	Mean dependent var		-0.001029
Adjusted R-squared	-0.000623	S.D. dependent var		0.605924
S.E. of regression	0.606112	Akaike info criterion		1.837957
Sum squared resid	502.1979	Schwarz criterion		1.845586
Log likelihood	-1256.082	F-statistic		0.148718
Durbin-Watson stat	2.000606	Prob(F-statistic)		0.699824

Puede observarse que el t calculado (0.3856) es muy inferior al t crítico obtenido de la tabla de distribución t student (1.96). Lo anterior indica que la regresión no es significativa, es decir que la variable endógena resid1213 no puede explicarse en función de la exógena resid1212(-1).

Por ello se prosigue a realizar el test ARCH LM el cual realiza la regresión de los residuos al cuadrado en función de esta misma variable pero rezagada un periodo con el fin de evidenciar la presencia de autocorrelación.

Grafico 13. Test ARCH LM para el modelo ARIMA (12,1,12).

ARCH Test:				
F-statistic	8.611755	Probability	0.000192	
Obs*R-squared	17.04628	Probability	0.000199	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 10/01/08 Time: 19:49				
Sample (adjusted): 16 1383				
Included observations: 1368 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.312795	0.026064	12.00081	0.0000
RESID^2(-1)	0.090560	0.027021	3.351446	0.0008
RESID^2(-2)	0.057153	0.027001	2.116696	0.0345
R-squared	0.012461	Mean dependent var	0.367090	
Adjusted R-squared	0.011014	S.D. dependent var	0.832376	
S.E. of regression	0.827780	Akaike info criterion	2.462051	
Sum squared resid	935.3244	Schwarz criterion	2.473501	
Log likelihood	-1681.043	F-statistic	8.611755	
Durbin-Watson stat	2.008232	Prob(F-statistic)	0.000192	

Para probar el modelo se utiliza el Test de White, el cual plantea que si el parámetro nR^2 es mayor que el estadístico de la distribución χ^2 con 2 grados de libertad y α de 0.025 (7.38) se rechaza la hipótesis nula, donde H_0 : No Heteroscedasticidad.

En este caso, nR^2 es 17,23218, es decir que se rechaza la hipótesis nula y por ende se acepta que hay heteroscedasticidad, es decir que los datos están muy dispersos y son muy volátiles.

Los resultados del test de White pueden interpretarse como que la regresión de los residuos al cuadrado y sus rezagos es significativa y por ende a la serie puede aplicársele un modelo ARCH para explicar la volatilidad.

La segunda prueba para verificar la existencia de procesos ARCH corresponde al análisis del correlograma de los residuos. La gráfica correspondiente es la 10; en

ella puede observarse que se cumple la prueba del Q de los rezagos con la tabla chi cuadrado pues el último Q (33.19) es mayor que el C crítico de la tabla chi con 0.025 y 40 grados de libertad. Además puede observarse que las probabilidades de los residuos son superiores a 0.05 (entran dentro de las bandas de confianza) indicando la ausencia de correlación serial en las perturbaciones.

A raíz de lo anterior se concluye que el modelo ARIMA (12,1,12) tiene efectos ARCH.

El tercer paso en la estimación del modelo GARCH es la elección de los parámetros, teniendo en cuenta que los coeficientes sean significativos (probabilidades tiendan a cero) y buscando el modelo que tenga el R^2 más grande y los menores indicadores Akaike y Schwarz.

Teniendo presente ello se obtuvo que el modelo GARCH que mejor se ajusta es el GARCH(2,1) ya que su R^2 de 0.00339 fue el más alto en comparación con todos los demás probados y sus indicadores Akaike (1.627) y Schwarz (1.650) fueron los más bajos (Ver gráfica 14).

Gráfica 14. Modelo GARCH (2,1)

Dependent Variable: DPRECIO_CIERRE				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Date: 10/05/08 Time: 20:38				
Sample (adjusted): 14 1383				
Included observations: 1370 after adjustments				
Convergence achieved after 58 iterations				
MA backcast: ? 0, Variance backcast: ON				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*RESID(-2)^2 + C(6)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(12)	0.669767	0.203228	3.295636	0.0010
MA(12)	-0.629658	0.212849	-2.958239	0.0031
Variance Equation				
C	0.000559	0.000273	2.046913	0.0407
RESID(-1)^2	0.136029	0.024036	5.659332	0.0000
RESID(-2)^2	-0.109679	0.022944	-4.780389	0.0000
GARCH(-1)	0.973162	0.004348	223.8424	0.0000
R-squared	0.003396	Mean dependent var		0.000161
Adjusted R-squared	-0.000257	S.D. dependent var		0.607958
S.E. of regression	0.608037	Akaike info criterion		1.627507
Sum squared resid	504.2822	Schwarz criterion		1.650379
Log likelihood	-1108.842	Durbin-Watson stat		1.975626
Inverted AR Roots	.97	.84+.48i	.84-.48i	.48+.84i
	.48-.84i	.00+.97i	-.00-.97i	-.48+.84i
	-.48-.84i	-.84-.48i	-.84+.48i	-.97
Inverted MA Roots	.96	.83+.48i	.83-.48i	.48+.83i
	.48-.83i	.00+.96i	-.00-.96i	-.48+.83i
	-.48-.83i	-.83-.48i	-.83+.48i	-.96

A continuación se presenta el correlograma de los residuos del modelo GARCH evaluado.

Gráfica 15. Correlograma de los residuos del modelo GARCH (2,1)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.011	0.011	0.1746	0.676
		2	-0.023	-0.023	0.9129	0.634
		3	0.012	0.013	1.1208	0.772
		4	0.009	0.008	1.2246	0.874
		5	-0.036	-0.036	3.0498	0.692
		6	0.001	0.002	3.0504	0.803
		7	-0.004	-0.006	3.0738	0.878
		8	0.005	0.006	3.1126	0.927
		9	-0.031	-0.030	4.4040	0.883
		10	0.002	0.001	4.4076	0.927
		11	0.052	0.051	8.1260	0.702
		12	0.012	0.011	8.3103	0.760
		13	-0.017	-0.015	8.7277	0.793
		14	-0.050	-0.053	12.167	0.593
		15	-0.003	-0.003	12.176	0.666
		16	-0.017	-0.016	12.599	0.702
		17	-0.024	-0.021	13.373	0.711
		18	-0.014	-0.015	13.638	0.752
		19	0.057	0.053	18.177	0.511
		20	0.007	0.009	18.249	0.571
		21	-0.024	-0.022	19.043	0.582
		22	0.042	0.038	21.517	0.489
		23	-0.021	-0.030	22.161	0.511
		24	-0.010	-0.002	22.302	0.561
		25	-0.037	-0.035	24.229	0.506
		26	-0.004	-0.005	24.257	0.561
		27	-0.011	-0.010	24.435	0.606
		28	0.001	0.003	24.437	0.658
		29	0.021	0.024	25.059	0.675
		30	0.000	-0.012	25.059	0.722
		31	0.067	0.067	31.295	0.451
		32	0.006	0.003	31.350	0.499
		33	-0.001	0.003	31.352	0.549
		34	0.015	0.013	31.648	0.583
		35	-0.007	-0.008	31.708	0.628
		36	-0.021	-0.008	32.352	0.643

Se concluye que el modelo adecuado para proyectar la tendencia de la volatilidad de la serie de precio de American Airlines es el GARCH (2,1) al revisar los resultados de las pruebas anteriores y al observar en el correlograma de los residuos de dicho modelo que todas las probabilidades son superiores a 0.05 lo que señala la ausencia de correlación serial.

9 EL PRONÓSTICO

Un pronóstico es una estimación futura del posible comportamiento de una variable a partir de un análisis y/o creencia²⁴. Como se ha visto, en este caso en concreto el pronóstico se realizó a partir de un análisis basado en datos históricos de la variable.

Cabe resaltar que todos los pronósticos tienen un factor que es inherente a ellos mismos y es conocido como Incertidumbre. La incertidumbre se da porque los pronósticos se refieren a estimaciones subjetivas de eventos futuros, por ende no se puede tener certeza.

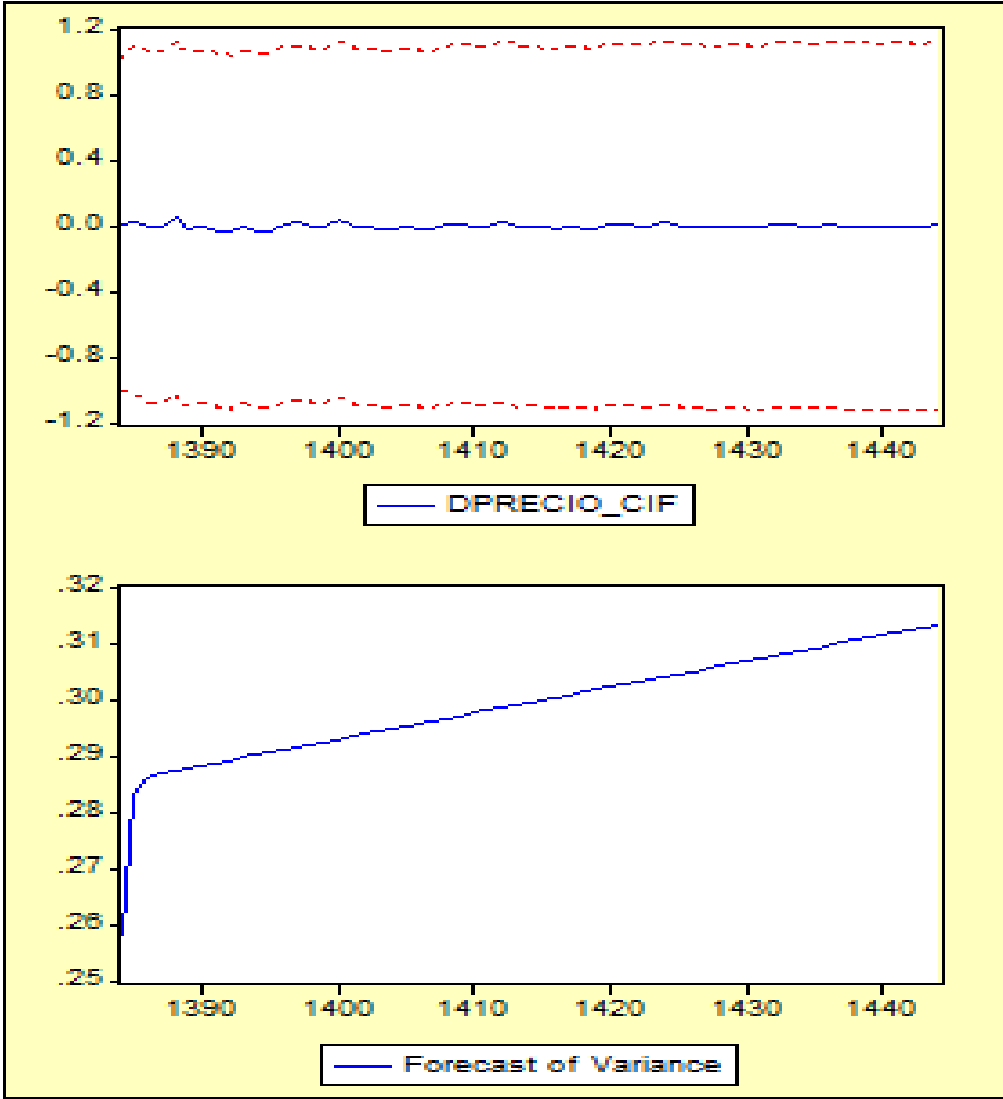
Esa incertidumbre depende de diversas variables; una de ellas es el tiempo que se pronostica, recordando que a mayor plazo mayor incertidumbre. En el ámbito financiero pronosticar un periodo muy largo disminuye el grado de confiabilidad de la estimación por la vulnerabilidad de los mercados.

Por ello, se decidió estimar la tendencia del precio y de la volatilidad de las acciones de AA para un plazo máximo de dos meses con lo cual se puede diseñar una estrategia con opciones.

Debido que el fin de este pronóstico es conocer solo la tendencia (no los valores que tomarán) del precio y de la volatilidad de las acciones de la firma norteamericana American Airlines, se utiliza la opción Forecast de eviews para agilizar el proceso y obtener la siguiente gráfica que muestra la proyección:

²⁴ Gujarati, Damodar N. *ECONOMETRIA*.

Gráfica 16. Proyección de la diferencia de los precios y de la varianza de las acciones de American Airlines.



En el primer cuadro se presenta la tendencia estimada de la diferencia de los precios de las acciones hasta la observación 1444, es decir hasta finales de agosto del 2008. Esta tendencia se obtuvo con el modelo ARIMA (12,1,12). Se observa que la variable, según el modelo estimado, presenta un comportamiento indefinido (ni al alza ni a la baja) pero estable, pues muestra pequeñas fluctuaciones durante todo el periodo proyectado.

También se observa que la diferencia en los precios tiene un margen superior y uno inferior de 1 y -1 respectivamente, es decir que la tendencia de la variable puede moverse entre este túnel.

El segundo cuadro de la gráfica corresponde al pronóstico de la varianza de la serie, la cual se obtuvo con el modelo GARCH (2,1). Se conoce que la varianza es la desviación estándar al cuadrado y se conoce también que la volatilidad de una acción se puede medir a través de esta variable.

De allí que al observar el gráfico se note fácilmente que la volatilidad de la serie de precios tendrá una marcada tendencia al alza durante todo el periodo estimado.

Al contrastar los resultados de ambos modelos se observa una discrepancia pues el modelo ARIMA indica que los precios serán estables y el modelo GARCH indica que la volatilidad de la variable será muy alta por lo cual los precios fluctuarían ampliamente.

Dado que ambos modelos fueron los más significativos de su clase para la serie trabajada, se deduce que alguno de los dos (en su forma genérica) no es ideal para explicar el comportamiento futuro de esta variable a pesar haber cumplido satisfactoriamente con todas las pruebas de selección realizadas, por ello, es conveniente realizar una estrategia que se base en precios indecisos y que pueda ajustarse fácilmente según la volatilidad que tome la variable en el mercado.

En resumen, teniendo en cuenta lo anterior y partiendo del cuadro del numeral 6.4 referente a algunas de las posibles estrategias existentes con opciones, se eligió entre la cuna comprada y el cono comprado; Optando finalmente por el cono.

La decisión se tomó teniendo en cuenta la trayectoria que han tenido los precios y la volatilidad en los últimos meses (después de un corto periodo al alza comienza un corto periodo al alza), y también la difícil situación financiera que se ha vivido

en Estados Unidos hasta la fecha.

Adicionalmente, para la elección se tuvo en cuenta el hecho que en caso que los precios se comporten de manera estable, con la cuna se obtendría la misma pérdida máxima para todo un intervalo de precios, concretamente para todos aquellos precios que se encuentren entre el strike de la call y el de la put; por el contrario, el cono comprado permite que la pérdida máxima se dé en una sola situación (precio concreto) y es cuando la estrategia vence At The Money ($E=S$), es decir que en cualquier otro caso (ITM o OTM), el cono comprado resulta más favorable que la cuna pues por pequeña que sea la variación del spot frente al precio de ejercicio, el inversionista empieza a perder menos con la primera estrategia, si los precios son estables.

En cuanto al costo de la estrategia, dado que para aumentar la probabilidad de éxito de la cuna comprada conviene construirla con opciones In The Money, esta resulta más cara que el cono, el cual aumenta sus probabilidades de obtener ganancias más rápidamente si se inicia ATM, situación en la cual las primas no son tan caras.

A raíz de lo anterior, se optó por la estrategia del big bang. Sus características, ventajas y demás aspectos referentes a la misma, se detallan en el numeral que sigue.

10 LA ESTRATEGIA

Antes de explicar con detalle el cono (straddle) comprado, es importante resaltar que previo a utilizar una estrategia con derivados, un inversionista debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Conocer el mercado y tener una idea de la tendencia que tomará
- Conocer las posibles estrategias que se pueden aplicar en dicho mercado

- Determinar su perfil de riesgo (cuanto quiere conseguir y cuanto está dispuesto a arriesgar para conseguirlo)
- Tener una causa justificada para tomar la posición en el mercado.

Los cuatro requerimientos son igualmente importantes y necesarios para obtener resultados positivos al operar con derivados pues de nada sirve conocer el mercado y tener una hipótesis sobre su comportamiento, si el inversor no conoce las estrategias de que dispone para materializar se estimación.

Igualmente no sería fructífero contar con los dos primeros requerimientos si el inversionista no se transa unos objetivos concretos o si no tiene posibilidades de obtener ventajas significativas a partir de la posición que tome en el mercado y por las cuales pueda justificar el riesgo asumido.

Una vez se cumplan los requisitos mencionados, el inversionista puede elegir a partir de ello una de las miles de posibles combinaciones que se pueden hacer con opciones. Esa estrategia no tiene que ser totalmente precisa pues como ya se mencionó cuando se trabaja con pronósticos no se puede tener certeza absoluta de los acontecimientos futuros, de allí que no exista una estrategia que se considere absolutamente optima, sino una más adecuada que otras dadas las condiciones del mercado²⁵

Para el caso trabajado en esta tesis se resolvió que la estrategia más adecuada dados los resultados obtenidos en las predicciones y dadas las condiciones actuales del mercado de valores norteamericano, es el Cono Comprado.

10.1 CONO COMPRADO

La estrategia del cono (straddle) comprado es llamada también la estrategia del big bang (por las bruscas variaciones esperadas) y es ideal para mercados con

25 Los_Mercados_de_Futuros_y_Opciones_(Estrategias_(map_bolsa)).pdf

altas volatilidades y tendencia del precio indecisa.

En esta estrategia el inversionista realiza simultáneamente “una apuesta alcista y una apuesta bajista”²⁶ con el fin de garantizar una ganancia en caso de presentarse un movimiento brusco en cualquiera de las dos tendencias.

Concretamente la estrategia se logra comprando simultáneamente un call y un put con igual precio de ejercicio e igual vencimiento. Además se recomienda buscar una opción que se encuentre ATM (el spot y el precio de ejercicio son iguales) porque es la alternativa que Aumenta más las posibilidades de obtener ganancias al tener los precios de equilibrio²⁷ más cercanos.

En resumen, los inversionistas se inclinan por el cono comprado cuando desconocen la dirección que tomarán los precios pero tienen una expectativa de volatilidad alcista, lo cual les da la posibilidad de ganar ilimitadamente cualquiera que sea la dirección que tome el mercado; y en caso que el mercado se comporte de manera estable, solo se incurrirá en una pérdida limitada equivalente a prima total pagada (sumatoria de la prima del call y del put).

Esa pérdida máxima se produce cuando se llega al vencimiento y el precio del activo subyacente (spot) es igual al precio de ejercicio pactado, es decir, cuando las opciones terminan ATM.

De allí que el paso tiempo juegue un papel antagónico en el cono comprado, debido a que esta estrategia se basa en la compra de opciones, y a medida que pasa el tiempo se va reduciendo el valor de la posición, por lo cual no es conveniente mantenerla hasta el vencimiento.

26 Los Mercados de Futuros y Opciones, Estrategias para Ganar.

27 Punto a partir del cual se comienza a tener ganancias con la estrategia del Cono Comprado

10.2 APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA AL MERCADO REAL

Para diseñar la estrategia se eligieron las opciones sobre acciones de American Airlines con vencimiento lejano, concretamente en Octubre 17 del 2008. Lo anterior debido que, como ya se mencionó, el paso del tiempo juega en contra del inversionista pues reduce el valor de su posición y tiene menos tiempo para que se cumpla su expectativa.

Además el pronóstico se realizó para dos meses, es decir que se tienen proyecciones hasta finales de agosto (principios de Septiembre) por lo cual como máximo se deben mantener las posiciones abiertas hasta esta fecha, pues se desconocen las tendencias que tomará el mercado de allí en adelante.

Las opciones elegidas fueron las de precio de ejercicio de 5 dolares (ver gráfico 17) pues es el mas cercano al spot del 30 de junio de 2008 (5,12). El fin es que la opción empiece ATM, con lo cual se tienen puntos de equilibrios mas pequeños y por ende se comenzará a ganar más rapidamente si se cumplen las expectativas.

También se observa que las primas de estas opciones compradas no son muy caras a pesar que el mercado ya venía experimentando bruscas oscilaciones y normalmente en esas circunstancias el precio de las opciones tiende a aumentar para compensar el riesgo. Ese bajo precio resulta muy favorable para la estrategia tomada pues por ser una compra de opciones la prima se constituye en el único egreso que debe realizar el inversionista (no debe constituir garantías).

Gráfico 17. Opciones call y put sobre acciones de AA con vencimiento en Octubre 17.

CALL OPTIONS								Expire at close Fri, Oct 17, 2008							
Strike	Symbol	Last	Chg	Bid	Ask	Vol	Open Int	Strike	Symbol	Last	Chg	Bid	Ask	Vol	Open Int
5.00	AMRJA.X	2.00	↓ 0.95	1.70	1.95	29	2	5.00	AMRVA.X	0.30	0.00	0.30	0.40	4	1,048
6.00	AMRJI.X	1.15	↓ 0.25	1.15	1.25	852	58	6.00	AMRVI.X	0.70	↑ 0.10	0.65	0.80	832	1,698
7.00	AMRJJ.X	0.70	↓ 0.15	0.65	0.75	1,426	765	7.00	AMRVJ.X	1.10	↑ 0.06	1.10	1.30	67	5,024
8.00	AMRJK.X	0.40	↓ 0.10	0.35	0.50	652	992	8.00	AMRVK.X	2.05	↑ 0.55	1.85	2.05	111	10,401
9.00	AMRJI.X	0.27	↓ 0.03	0.20	0.30	139	1,926	9.00	AMRVL.X	2.40	↓ 0.15	2.65	2.90	3	2,860
10.00	AMRJB.X	0.15	↓ 0.10	0.10	0.15	230	2,418	10.00	AMRVB.X	3.30	↓ 0.09	3.50	3.80	175	3,133
11.00	AMRJM.X	0.15	0.00	0.05	0.10	283	3,824	11.00	AMRVM.X	4.50	↑ 0.20	4.30	4.80	96	4,274
12.00	AMRIN.X	0.06	↓ 0.09	0.05	0.10	152	3,992	12.00	AMRVN.X	5.90	↑ 0.60	5.30	5.70	10	795
13.00	AMRJO.X	0.06	↓ 0.03	0.05	0.10	157	3,840	13.00	AMRVO.X	5.70	0.00	6.20	6.70	47	539
14.00	AMRJP.X	0.05	0.00	N/A	0.10	169	2,843	14.00	AMRVP.X	7.70	↑ 0.30	7.20	7.70	8	239
15.00	AMRJC.X	0.10	↑ 0.05	N/A	0.10	42	3,335	15.00	AMRVC.X	8.30	0.00	8.20	8.70	20	392
20.00	AMRJD.X	0.05	0.00	N/A	0.05	10	2,393	20.00	AMRVD.X	11.80	0.00	13.30	13.80	15	93

Tomado de <http://finance.yahoo.com/q?s=AMR>

Para elaborar el gráfico de la estrategia y comprobar que las opciones que comienzan ATH tienen más posibilidades de obtener ganancias, se calculan los puntos equilibrio, los cuales se dan cuando el precio del activo subyacente es igual al precio de ejercicio más la prima total pagada, y cuando el S es igual al E menos la prima total pagada; Estos Breakeven points representan el punto a partir del cual la estrategia comienza a generar ganancias.

Cuadro 2. Puntos de equilibrio del cono comprado con E: 5, E: 6 y E: 7.

S	5,12	BID	1,7	Punto Equilibrio	3
E	5	ASK	0,3	Punto equilibrio 2	7,00
S	5,12	BID	1,15	Punto Equilibrio	4,2
E	6	ASK	0,65	Punto equilibrio 2	7,80
S	5,12	BID	0,65	Punto Equilibrio	5,25
E	7	ASK	1,1	Punto equilibrio 2	8,75

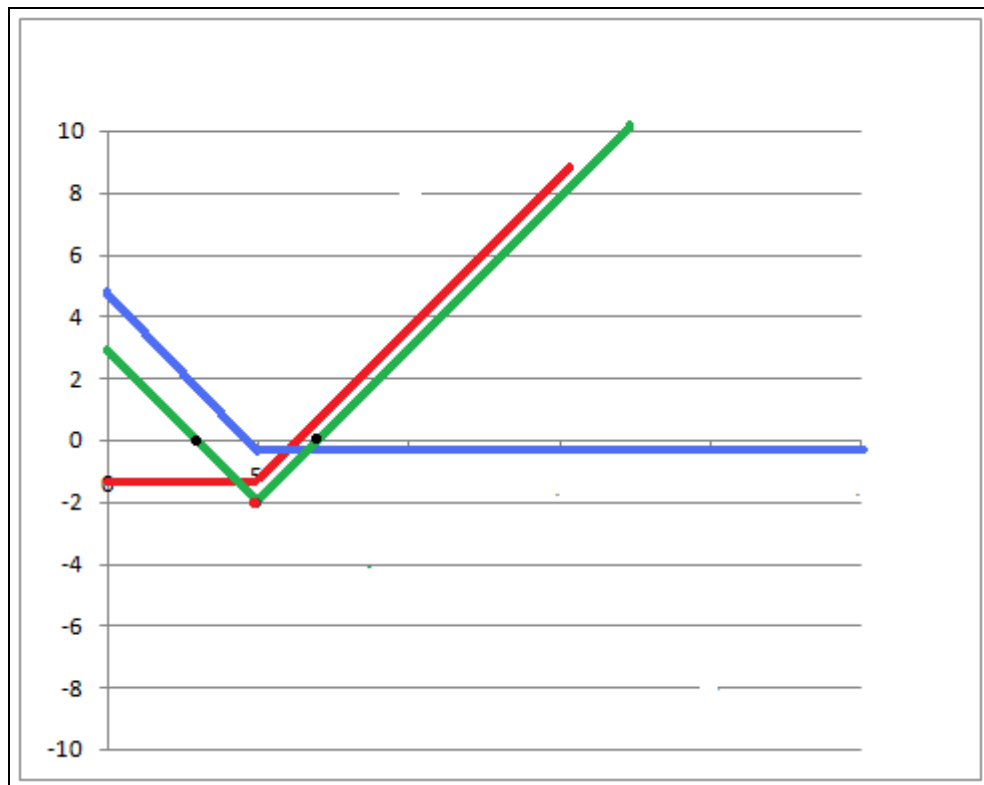
En la primera columna se observa el spot de 5,12 que corresponde al del último día de negociación de la serie financiera trabajada versus tres precios de ejercicio diferentes (5, 6, 7).

En la segunda columna se observan las primas a pagar por el call (bid) y por el put (ask), correspondientes a cada precio de ejercicio establecido en la columna anterior.

Finalmente en la tercera columna se encuentra el cálculo de los puntos de equilibrio superior e inferior para cada E trabajado. Puede notarse que los breakeven point para el strike de 5 dólares es el más cercano al spot (5,12), con lo cual el inversionista comenzará a obtener ganancias cuando el S sea superior a 7. Ello es mejor que tener que esperar que el spot sea superior a 7,80 para ganar.

A raíz de lo anterior se opta por trabajar con la call y la put con vencimiento en octubre y precio de ejercicio de 5 USD. El gráfico del cono comprado para estas dos opciones es como sigue:

Gráfico 18. Cono comprado con call y put de E: 5.



En la gráfica puede verse que la call comprada (rojo) corta en el eje Y en -1,7. Este valor corresponde a la prima pagada por esta posición. Por otra parte, en el eje X corta en el valor 6,7 (precio de ejercicio + prima call).

La grafica azul corresponde al put comprado el cual corta en el eje X y en el eje Y en -4,7. Este valor corresponde al precio de ejercicio menos la prima pagada por esta posición (0,3). La perdida máxima de esta opción corresponde a la prima pagada, es decir 0,3.

Finalmente, la gráfica verde corresponde al cono comprado. La forma se obtuvo a

partir de la suma de las pendientes de las dos opciones anteriores, los valores en los que corta el eje X son los puntos de equilibrio ya descritos, y el punto de corte en el eje Y corresponde al strike menos el total de las primas (2).

El punto rojo marcado sobre la gráfica del cono comprado corresponde a la pérdida máxima que puede tener el inversionista con esta estrategia y viene dado por el total de las primas que se pagaron. Esto sería en caso que no conviniera ejercer ninguna de las dos opciones de compra.

En la gráfica puede notarse que las ganancias son ilimitadas (tiende a infinito) a medida que el precio spot aumente. Teniendo eso en mente, se presenta un cuadro en el cual se muestra cual sería la ganancia neta obtenida por el inversionista si el spot toma un valor inferior al precio de ejercicio y la obtenida si toma uno mayor.

Intervalo	π Neta
$S \leq 5$	$3 - s$
$s > 5$	$s - 7$

Los intervalos se obtienen a partir del número de precios de ejercicio que tenga la estrategia; en este caso call y put tienen en mismo precio de ejercicio por ende solo se cuenta como 1 y así tendremos $n+1$ Intervalos.

La π Neta se plantea a partir de los puntos de equilibrio (3 y 7), recordando que si el spot baja de 5 (strike) se obtendrán ganancias solo cuando sea inferior a 3 USD, pues la ganancia neta equivale a 3 menos ese spot. Lo mismo aplica para el intervalo en que el spot sobrepasa los 5 USD, solo se obtendrán ganancias netas cuando el spot sea superior a 7 y la ganancia será dicho spot menos 7 dólares.

10.3 ESTRATEGIAS DE SEGUIMIENTO

Debido que el pronóstico estimado no es una certeza y adicionalmente se tiene una contradicción en los resultados de los modelos, un buen inversionista debe tener un plan de contingencia en caso que el mercado se comporte de forma inesperada con el fin de no tener pérdidas e incluso lograr sacar el mejor provecho de ese imprevisto cambio de tendencia.

Como ya se mencionó, la pérdida máxima que se puede tener con el cono comprado, por ser compra de opciones, es limitada a la suma de las primas, por ello no es necesario que el inversionista tome medidas extremas para protegerse; sin embargo se pueden tomar medidas preventivas como por ejemplo establecer un límite máximo de pérdidas con el fin que la operación se liquide si toca dicho límite

Otra opción para evitar la pérdida máxima es transformar la estrategia según el comportamiento que estén tomando los precios y/o la volatilidad de las acciones. Para ello se puede optar por una de las siguientes acciones:

Cuadro 3. Posibles Transformaciones de la Estrategia Cono comprado según comportamiento de los precios y la volatilidad

	ALCISTA	BAJISTA	INDECISO
VOLATILIDAD SUBIENDO	<p>5 CALL COMPRADA</p> <p>Liquidar la Put comprada</p>	<p>7 PUT COMPRADA</p> <p>Liquidar la Call comprada</p>	<p>13 CONO COMPRADO</p> <p>Mantener la posición</p>
VOLATILIDAD BAJANDO	<p>8 PUT VENDIDA</p> <p>Liquidar la Call comprada y vender 2 Puts (una para liquidar la Put original)</p>	<p>6 CALL VENDIDA</p> <p>Liquidar la Put comprada y vender 2 Calls (una para liquidar la Call original)</p>	<p>14 CONO VENDIDO</p> <p>Vender 2 Calls (una para liquidar la Call comprada original) y vender 2 Puts (una para liquidar la Put comprada original)</p>
PRECIO INDECISO	<p>1 ACCION COMPRADA</p> <p>Vender 2 Puts (una para liquidar la Put comprada original)</p>	<p>2 ACCION VENDIDA</p> <p>Vender 2 Calls (una para liquidar la Call comprada original)</p>	<p>Liquidar la posición</p>

Tomado de pdf "suba o baje la bolsa con Opciones sobre Acciones dormiré

tranquilo.”

11 RESULTADOS DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA Y CONFRONTACIÓN CON EL MERCADO.

Se realizó seguimiento a los precios que presentó el subyacente y finalmente se decidió cerrar posiciones el día 2 de septiembre. El S con el que se liquidó la estrategia fue 11,5 dólares.

A continuación se presenta una tabla detallada de los movimientos del precio spot diario desde el primero de julio de 2008 (primer día proyectado) hasta el día de cierre de posiciones de la estrategia (02/09/08). Se muestran también las ganancias o pérdidas incurridas para la put, la call y la estrategia en caso de haber liquidado los contratos un día diferente al elegido.

Tabla 1. Ganancias y/o pérdidas para la call, la put y la estrategia según el Spot.

Fecha	Spot	π Call	π Put	π Neta/acción	π Neta/contrato
01-jul-08	4,85	-1,7	-0,15	-1,85	-185
02-jul-08	4,62	-1,7	0,08	-1,62	-162
03-jul-08	4,83	-1,7	-0,13	-1,83	-183
07-jul-08	4,86	-1,7	-0,16	-1,86	-186
08-jul-08	5,49	-1,21	-0,3	-1,51	-151
09-jul-08	5,36	-1,34	-0,3	-1,64	-164
10-jul-08	4,89	-1,7	-0,19	-1,89	-189
11-jul-08	4,75	-1,7	-0,05	-1,75	-175
14-jul-08	4,47	-1,7	0,23	-1,47	-147
15-jul-08	4,41	-1,7	0,29	-1,41	-141
16-jul-08	5,82	-0,88	-0,3	-1,18	-118
17-jul-08	6,91	0,21	-0,3	-0,09	-9
18-jul-08	7,13	0,43	-0,3	0,13	13
21-jul-08	6,73	0,03	-0,3	-0,27	-27
22-jul-08	9,25	2,55	-0,3	2,25	225
23-jul-08	9,55	2,85	-0,3	2,55	255
24-jul-08	8,15	1,45	-0,3	1,15	115

25-jul-08	8,53	1,83	-0,3	1,53	153
28-jul-08	8	1,3	-0,3	1	100
29-jul-08	9,48	2,78	-0,3	2,48	248
30-jul-08	8,8	2,1	-0,3	1,8	180
31-jul-08	9,03	2,33	-0,3	2,03	203
01-ago-08	8,9	2,2	-0,3	1,9	190
04-ago-08	9,69	2,99	-0,3	2,69	269
05-ago-08	10,95	4,25	-0,3	3,95	395
06-ago-08	10,96	4,26	-0,3	3,96	396
07-ago-08	10,33	3,63	-0,3	3,33	333
08-ago-08	11,26	4,56	-0,3	4,26	426
11-ago-08	12,18	5,48	-0,3	5,18	518
12-ago-08	12,19	5,49	-0,3	5,19	519
13-ago-08	10,86	4,16	-0,3	3,86	386
14-ago-08	11,28	4,58	-0,3	4,28	428
15-ago-08	11,74	5,04	-0,3	4,74	474
18-ago-08	11,43	4,73	-0,3	4,43	443
19-ago-08	10,08	3,38	-0,3	3,08	308
20-ago-08	9,95	3,25	-0,3	2,95	295
21-ago-08	9,68	2,98	-0,3	2,68	268
22-ago-08	10,52	3,82	-0,3	3,52	352
25-ago-08	10,06	3,36	-0,3	3,06	306
26-ago-08	9,61	2,91	-0,3	2,61	261
27-ago-08	9,35	2,65	-0,3	2,35	235
28-ago-08	10,16	3,46	-0,3	3,16	316
29-ago-08	10,33	3,63	-0,3	3,33	333
02-sep-08	11,5	4,8	-0,3	4,5	450

Al explorar cada valor que tomó el activo subyacente en este tiempo puede verse que los precios de las acciones de American Airlines aumentaron significativamente, pasando de un valor de 5,12 USD en Junio 30 a un valor de 11,5 USD en Septiembre 2, lo cual representa una diferencia positiva de 6,38 dólares en dos meses, es decir un aumento del 124,6%.

Lo anterior señala que el modelo GARCH pronosticó acertadamente la volatilidad de la acción; Por el contrario el modelo ARIMA mostraba pequeñas fluctuaciones indecisas de los precios, pronóstico que no fue atinado, pues tendieron completamente al alza.

A pesar de ello, observando el spot durante el periodo que las posiciones estuvieron abiertas se observa que el precio al que se liquidó la estrategia fue muy bueno, siendo el segundo más alto de todos, lo cual señala que se tomó una buena decisión al optar por el cono comprado y al cerrar posiciones ese día, pues se aprovechó al máximo el comportamiento inesperado de la acción.

Para verificar el valor de la ganancia neta por acción y por contrato (resaltados en la tabla anterior) obtenida con el cono comprado, se reemplaza en el cuadro número 4 el valor del spot (11,5). Con lo cual se obtiene:

Cuadro 4. Ganancia neta por acción con Spot de 11,5 USD.

Intervalo	Π Neta	S	π Neta/ acción
s ≤ 5	4,7 - s	11,5	4,50
s > 5	s - 6,7		

Teniendo en cuenta que en este mercado cada contrato de opciones se realiza sobre 100 acciones, la ganancia neta por contrato es de 450 dólares.

A partir de esa ganancia neta se puede conocer cuál fue la rentabilidad de la estrategia, es decir, la rentabilidad obtenida por el inversionista sobre el capital desembolsado (total de las primas pagadas).

Así pues, dividiendo los 450 dólares ganados entre los 200 (2 usd * 100 acciones) dólares depositados, se obtiene una rentabilidad del 125%, lo anterior debido que los precios de las acciones de American Airlines presentaron un aumento en su cotización del 124,61% entre el 30 de junio y el 2 de septiembre del 2008.

Recopilando los resultados obtenidos al utilizar la estrategia del Big Bang puede afirmarse que fue la más apropiada dadas las circunstancias del mercado (altísima volatilidad) y el perfil de la mayoría de los pequeños inversionistas que

operan en el mismo, debido que aprovechó al máximo el inesperado comportamiento alcista de los precios de las acciones de American Airlines, y adicionalmente no es una estrategia demasiado arriesgada (además se tomaron precauciones²⁸), en la cual se pueden obtener grandes beneficios limitando a un valor ínfimo las pérdidas. Además no requiere que un inversionista disponga de grandes sumas de capital para poder participar en el mercado.

28 Seguimiento a las cotizaciones diarias y conocimiento de las posibles transformaciones de la estrategia según las tendencias que tomaran los precios y la volatilidad.

CONCLUSIONES

La serie de tiempo correspondiente al precio de cierre diario de las acciones de American Airlines es no estacionaria (su media, varianza y autocovarianza no son constantes en los diferentes rezagos), por ello, para estimar un modelo ARIMA se requirió sacar la primera diferencia.

Utilizando el correlograma de esta serie diferenciada se obtuvo una idea de los posibles modelos ARIMA, a los cuales se les realizaron diversas pruebas de significancia de Coeficientes, una prueba de Residuos no correlacionados y un análisis de los parámetros AIC y SIC; a partir de las cuales se obtuvo que el modelo más adecuado para proyectar los precios de las acciones era un ARIMA (12,1,12).

Con este modelo se pronosticó una tendencia indeterminada y principalmente estable de los precios para un periodo de dos meses, es decir, todo julio y todo agosto de 2008.

En cuanto al pronóstico de la volatilidad de las acciones de AA, dadas las condiciones de los mercados actuales no se puede partir de un análisis que asuma una volatilidad constante; por ello la aplicación de un modelo GARCH permite realizar buenas estimaciones futuras, debido que la varianza no depende del tiempo.

Pensando en obtener una mejor estimación de la volatilidad se decidió generar la serie de rentabilidades de AA a partir de la de los precios con la formula **Rentabilidades = $\log(\text{precio_cierre}/\text{precio_cierre}(-1))$** , y correr un modelo GARCH sobre rendimientos, sin embargo, al realizar las diferentes pruebas de estacionariedad y heteroscedasticidad se encontró que dicha serie no tenía efectos ARCH ni GARCH.

Finalmente se resolvió realizar las pruebas sobre la serie diferenciada de precios y se observó que cumplió con todas las pruebas mencionadas en el párrafo anterior, es decir que el modelo ARIMA (12,1,12) tiene efectos ARCH. A partir de los resultados, se estimaron varios modelos GARCH a los cuales se les realizaron pruebas de coeficientes significativos (probabilidades tiendan a cero), Mayor R^2 y menores indicadores Akaike y Schwarz, concluyendo al fin que el modelo GARCH (2,1) era adecuado para proyectar la tendencia de la volatilidad. Además, Se obtuvo la gráfica de correlación de los residuos de dicho modelo y se vio que todas las probabilidades son superiores a 0.05 lo que señala la ausencia de correlación serial.

La implementación de este modelo dio como resultado un pronóstico de volatilidad alcista para AA durante el mes de julio y agosto del 2008.

Se observó que las proyecciones de los modelos discrepaban entre sí a pesar de ser ambos completamente significativos, lo cual señala que alguno de ellos en su forma genérica no es el adecuado para estimar el comportamiento futuro de esta variable en específico.

Teniendo presente lo anterior, se realizó un análisis de las estrategias que estaban acorde a los resultados y a los objetivos establecidos, y en base a ello se eligió el “cono Comprado” frente a la cuna pues este es ideal para mercados con altas volatilidades y tendencia del precio indecisa; y en caso que los precios se comportaran de forma estable la pérdida sería inferior con la estrategia del big bang.

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta otros criterios como la posibilidad de tener ganancias ilimitadas y el hecho de contar con un límite para la pérdida máxima (suma de las primas de las opciones compradas) la cual se daría en el único caso que la estrategia terminara ATM; también se tuvo en cuenta el bajo costo de las primas, el bajo perfil de riesgo, el objetivo de la inversión y la restringida

disponibilidad de capital de los pequeños inversionistas para los cuales se propuso diseñar la estrategia.

Además se siguió el principio de la máxima simplicidad a la hora de escoger entre varias estrategias que cumplieran con las condiciones nombradas anteriormente, eligiendo así la más sencilla de ellas, pues no tiene sentido construir una muy sofisticada pudiendo obtener los mismos beneficios mediante una más simple, que en este caso fue la del big bang.

Teniendo presente la forma de construir un cono comprado, se diseñó la estrategia con una call y una put cuyo precio de ejercicio es de 5 USD; lo anterior con el fin de empezar At The Money, y así aumentar las posibilidades de obtener ganancias. También se definió que las opciones tuvieran vencimiento en Octubre puesto que el paso del tiempo juega en contra del inversionista en esta estrategia al reducir el valor de su posición y tener menos tiempo para que se cumpla su expectativa.

Al explorar cada valor que tomó el activo subyacente durante el periodo que se mantuvieron abiertas las posiciones, se observó que los precios de las acciones de American Airlines tuvieron un comportamiento totalmente alcista, por lo cual se afirma que el modelo GARCH pronosticó acertadamente la volatilidad de la acción pero el modelo ARIMA no fue atinado en cuanto a la estabilidad de los precios.

A pesar de ello, transcurrido el tiempo del pronóstico, y tras haber cerrado posiciones el día 2 de septiembre con un precio spot de 11,5, se obtuvo una ganancia neta de 4,5 dólares por acción, es decir 450 por contrato.

A partir de esa ganancia neta se calculó que la rentabilidad (sobre el capital desembolsado) de la estrategia fue del 124,61%, gracias a que entre el 30 de junio y el 2 de septiembre, el precio de las acciones de AA aumentó 6,38 dólares.

Al observar los resultados arrojados por las posiciones tomadas en el mercado, se concluye que el modelo GARCH cumplió 100% con las expectativas, realizando predicciones satisfactorias de la volatilidad futura de las acciones de AA y certificando que aún los periodos muy volátiles son bien descritos por este modelo econométrico. En definitiva, gracias a ello se tuvo la posibilidad de tomar buenas decisiones en este mercado financiero tan incierto.

Lamentablemente no se puede concluir lo mismo del modelo ARIMA, pues a pesar de resultar totalmente significativo en las pruebas realizadas, el pronóstico no se cumplió, por lo cual se concluye que esta metodología no era la indicada para estimar el comportamiento de los precios de esta serie financiera específica.

En cuanto a la estrategia elegida y diseñada, se concluye que fue la más adecuada dadas las fluctuantes condiciones del mercado y a pesar de la incertidumbre causada por la contradicción de los resultados de los dos modelos, pues el cono comprado permitió sacar provecho de la alta volatilidad y de la indecisión en cuanto a la tendencia de los precios.

Se puede concluir entonces que a pesar de la enorme cantidad de nuevas herramientas que ofrece la econometría y el estudio de las finanzas para mejorar las estimaciones y sacar ventaja del comportamiento de los mercados, el modelo GARCH cumplió satisfactoriamente con sus objetivos de obtener pronósticos confiables de la tendencia futura de la volatilidad de las acciones de AA; y en cuanto a la incertidumbre generada por los dudosos resultados del modelo ARIMA, esta fue adecuadamente manejada a través de la estrategia de especulación con opciones elegida, pues permitió obtener mayores ganancias a pesar de que no se cumplió la tendencia pronosticada.

RECOMENDACIONES

La principal recomendación está relacionada con la proyección de los precios, sería conveniente probarla a través de redes neuronales pues algunos estudios como por el ejemplo “Pronósticos en el mercado de derivados utilizando redes neuronales y modelos ARIMA: una aplicación al Cete de 91 días en el MexDer.” revelan que este método genera pronósticos más acertados en comparación con los ARIMA, para el corto plazo.

Para futuros trabajos se recomienda probar el pronóstico de la volatilidad a través de alguna de las variantes de los modelos Arch, pues a pesar que el modelo GARCH dio óptimos resultados, sería interesante establecer cuál de ellos se adapta mejor a las series financieras con altas volatilidades.

En cuanto a la proyección de los precios sería interesante probar a través de redes neuronales pues algunos estudios revelan que este método genera pronósticos más acertados en comparación con los ARIMA, para el corto plazo.

En lo que a la elección de la estrategia se refiere sería aconsejable hacer un paralelo entre todas aquellas que apliquen dadas las condiciones estimadas del mercado, y comparar los resultados obtenidos con cada una de ellas con el fin de averiguar a ciencia cierta cuál era realmente la más adecuada en dichas circunstancias.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS

HULL, Jhon C. Introducción a los mercados de futuros y opciones, Editorial Prentice Hall, Cuarta edición. 2002. ISBN 84-205-3386-6.

GUJARATI, Damodar N. ECONOMETRIA, Editorial McGraw-Hill, Cuarta edición. 2003. ISBN 9701039718.

DE LARA HARO, Alfonso. Medición y Control de riesgos financieros, Editorial Limusa, Tercera edición. 2004. ISBN 968-18-6441-1.

STAMPFLI Joseph, GOODMAN Víctor. Matemáticas Para Las Finanzas. Modelado Y Cobertura. Editorial Thomson. 2002. ISBN: 9706861424.

BLANCHARD, Olivier. Macroeconomía. Ed. Prentice Hall, Madrid, 2000.

GUERRERO, Víctor Manuel. Análisis Estadístico de Series de Tiempo Económicas. Ed. Thomson, México, 2003.

PAPERS

CRUZ TORRES, Iván. "Pronósticos en el mercado de derivados utilizando redes neuronales y modelos ARIMA: una aplicación al Cete de 91 días en el MexDer.". Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2007.

LUNA GONZALEZ, Edgar. GUERRERO NUÑEZ, Fernando. "evaluación y comparación del coeficiente beta aplicando la metodología tradicional y los modelos GARH y ARCH en el mercado accionario colombiano". Universidad Autónoma de Bucaramanga. Bucaramanga. 2005.

DIAZ CONTRERAS, Jhon Alexis. ALZATE MARIN, José Joaquín. RANGEL JAIMES German William. “metodología box – Jenkins para la modelación de la TRM mensual”. Director: Héctor cárdenas. Universidad nacional de Colombia y universidad industrial de Santander. Bucaramanga. 2005.

“Suba o baje la bolsa, con opciones sobre acciones dormiré tranquilo”. Torre Picasso, Planta 26. 28020 Madrid

DE ARCE, Rafael. “introducción a los modelos autorregresivos con heteroscedasticidad condicional (Arch)” I.L.Klein. Diciembre de 1998

SAMER SOUFI, “los mercados de futuros y opciones; estrategias para ganar” Edit. Pirámide. Madrid. 1994

PAGINAS WEB

Wikipedia en español. American Airlines. En línea.
http://es.wikipedia.org/wiki/American_Airlines.

Superintendencia Bancaria de Colombia. Glosario. En Línea.
www.superbancaria.gov.co/GuiasInformativas/glosario-v.htm

BBC Mundo. American Airlines en dificultades. En línea.
http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid_7414000/7414009.stm

Universidad Autónoma de México. Disminuyen un 10% los vuelos de American Airlines por aumento precios de Combustible. En Línea.
<http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2008/05/21/disminuye-10-american-airlines-sus-vuelos-en-eu-por-precios-de-combustible>

Terra. American Airlines recortará vuelos domésticos y cobrará por maleta. En

Línea. <http://www.terra.com/noticias/articulo/html/act1260904.htm>

Monografías. Series de tiempo. En Línea.
<http://www.monografias.com/trabajos30/series-de-tiempo/series-de-tiempo.shtml>

Yahoo Finanzas. AMR Corporation (AMR). En Línea.
<http://finance.yahoo.com/q?s=AMR>

ANEXOS

Anexo A. Modelo ARIMA (11,1,11)

Dependent Variable: DPRECIO_CIERRE				
Method: Least Squares				
Date: 10/12/08 Time: 19:06				
Sample (adjusted): 13 1383				
Included observations: 1371 after adjustments				
Convergence achieved after 11 iterations				
Backcast: ? 0				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(11)	0.599628	0.241651	2.481378	0.0132
MA(11)	-0.556212	0.250833	-2.217454	0.0268
R-squared	0.004281	Mean dependent var		-0.000387
Adjusted R-squared	0.003554	S.D. dependent var		0.608074
S.E. of regression	0.606992	Akaike info criterion		1.840857
Sum squared resid	504.3942	Schwarz criterion		1.848477
Log likelihood	-1259.907	Durbin-Watson stat		1.979208
Inverted AR Roots	.95	.80+.52i	.80-.52i	.40+.87i
	.40-.87i	-.14+.94i	-.14-.94i	-.63-.72i
	-.63+.72i	-.92+.27i	-.92-.27i	
Inverted MA Roots	.95	.80-.51i	.80+.51i	.39-.86i
	.39+.86i	-.13-.94i	-.13+.94i	-.62-.72i
	-.62+.72i	-.91-.27i	-.91+.27i	

Anexo B. Modelo ARIMA (11,1,12)

Dependent Variable: DPRECIO_CIERRE				
Method: Least Squares				
Date: 10/12/08 Time: 19:09				
Sample (adjusted): 13 1383				
Included observations: 1371 after adjustments				
Convergence achieved after 5 iterations				
Backcast: ? 0				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(11)	0.050683	0.027006	1.876715	0.0608
MA(12)	0.051963	0.027020	1.923132	0.0547
R-squared	0.005284	Mean dependent var		-0.000387
Adjusted R-squared	0.004558	S.D. dependent var		0.608074
S.E. of regression	0.606687	Akaike info criterion		1.839849
Sum squared resid	503.8861	Schwarz criterion		1.847469
Log likelihood	-1259.217	Durbin-Watson stat		1.977527
Inverted AR Roots	.76	.64+.41i	.64-.41i	.32+.69i
	.32-.69i	-.11+.75i	-.11-.75i	-.50-.58i
	-.50+.58i	-.73+.21i	-.73-.21i	
Inverted MA Roots	.75+.20i	.75-.20i	.55-.55i	.55+.55i
	.20-.75i	.20+.75i	-.20-.75i	-.20+.75i
	-.55-.55i	-.55-.55i	-.75+.20i	-.75-.20i

Anexo C. Modelo ARIMA (12,1,11)

Dependent Variable: DPRECIO_CIERRE				
Method: Least Squares				
Date: 10/12/08 Time: 19:11				
Sample (adjusted): 14 1383				
Included observations: 1370 after adjustments				
Convergence achieved after 6 iterations				
Backcast: ? 0				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(12)	0.053468	0.026998	1.980426	0.0479
MA(11)	0.047722	0.027035	1.765214	0.0778
R-squared	0.005227	Mean dependent var		0.000161
Adjusted R-squared	0.004500	S.D. dependent var		0.607958
S.E. of regression	0.606589	Akaike info criterion		1.839528
Sum squared resid	503.3559	Schwarz criterion		1.847152
Log likelihood	-1258.077	Durbin-Watson stat		1.979324
Inverted AR Roots	.78	.68+.39i	.68-.39i	.39+.68i
	.39-.68i	.00+.78i	-.00-.78i	-.39+.68i
	-.39-.68i	-.68-.39i	-.68+.39i	-.78
Inverted MA Roots	.73+.21i	.73-.21i	.50+.57i	.50-.57i
	.11+.75i	.11-.75i	-.32+.69i	-.32-.69i
	-.64+.41i	-.64-.41i	-.76	

Anexo D. Correlograma de la serie de rentabilidades

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.099	0.099	13.536	0.000
		2	-0.009	-0.019	13.653	0.001
		3	-0.051	-0.049	17.308	0.001
		4	-0.007	0.003	17.367	0.002
		5	-0.053	-0.054	21.246	0.001
		6	0.037	0.045	23.103	0.001
		7	-0.008	-0.018	23.192	0.002
		8	0.024	0.023	24.022	0.002
		9	-0.034	-0.035	25.599	0.002
		10	0.028	0.032	26.667	0.003
		11	0.102	0.104	41.099	0.000
		12	0.102	0.077	55.557	0.000
		13	-0.022	-0.032	56.255	0.000
		14	-0.088	-0.080	67.138	0.000
		15	-0.113	-0.086	84.889	0.000

Anexo E. Resultados prueba Q estadístico de todos los posibles modelos ARIMA sobre rentabilidades

ULTIMO Q ESTADISTICO	MODELO ARIMA RENTABILIDADES
36 -0.028 -0.004 98.890 0.000	1,1,1
36 -0.028 -0.008 88.683 0.000	1,1,3
36 -0.027 -0.008 87.248 0.000	3,1,1
36 -0.027 -0.012 94.455 0.000	3,1,3
36 -0.028 -0.014 91.433 0.000	1,1,5
36 -0.025 -0.011 90.500 0.000	5,1,1
36 -0.001 0.006 102.98 0.000	5,1,5
...	...
36 -0.013 0.007 69.318 0.001	15,1,2