

# **IMPACTO DE LA COMPRA DIARIA DE DÓLARES DEL BANCO DE LA REPÚBLICA EN LA TASA DE CAMBIO**

**Luisa Fernanda Correa Lafaurie**

[lcorreal@eafit.edu.co](mailto:lcorreal@eafit.edu.co)

**Andrea Carolina Yepes Castaño**

[aypesca@eafit.edu.co](mailto:aypesca@eafit.edu.co)

## **Resumen**

El mercado de divisas en Colombia se ha visto intervenido en los últimos años por parte del Banco de la República, con el fin de frenar la revolución de la moneda y buscando estabilizarla para favorecer a exportadores. La labor del Banco de la República consiste en comprar diariamente dólares en el mercado para cumplir con una de sus funciones, la de acumulación de reservas internacionales. Y de esta forma disminuir la cantidad de dólares en circulación para controlar el precio de la divisa.

Que tan fuerte ha sido el impacto para el mercado y si se ha logrado el objetivo trazado por el Banco de la República, es la investigación que se ha hecho con este trabajo haciendo uso de herramientas econométricas que permitan cuantificar el verdadero impacto de la estrategia del Banco Central colombiano.

**Palabras clave:** Modelos Arch/Garch, Banco Central, política cambiaria, revaluación.

## **Abstract**

The foreign exchange market in Colombia has been involved in recent years by the Banco de la Republica, in order to curb revaluation currency and stabilize looking to benefit exporters. The work of the bank is to buy dollars in the market daily to meet one of its functions, the accumulation of international reserves. And thus decreasing the amount of dollars in circulation to control the price of the currency. How strong has been the impact on the market and whether it has achieved the goal set by the central bank, is the research that has been done in this work using econometric tools to quantify the true impact of the strategy Colombian central bank.

**Key Words:** Arch/Garch models, central bank, exchange policy, revaluation

## **1. Introducción**

La política cambiaria colombiana está enmarcada dentro de un sistema de tasa de cambio flexible, en el cual el peso colombiano fluctúa frente a otras monedas según la oferta y demanda de divisas en el mercado cambiario. Dicha política debe ser coherente en todo momento con la política monetaria establecida por el Banco de la República, la cual se rige por un esquema de inflación objetivo procurando mantener una tasa de inflación baja y estable, y lograr un crecimiento del PIB coherente con la capacidad potencial de la economía.

La flexibilidad de la política cambiaria está sujeta a unas reglas de intervención que buscan los siguientes objetivos:

1. Mantener un nivel adecuado de reservas internacionales que reduzcan la vulnerabilidad de la economía frente a choques externos, tanto de cuenta corriente como de capital.
2. Limitar la velocidad excesiva de la tasa de cambio en horizontes cortos.
3. Moderar apreciaciones o depreciaciones excesivas que pongan en peligro el logro de las metas de inflación futuras, y la estabilidad externa y financiera de la economía.

Los instrumentos que puede implementar el Banco de la República para intervenir el mercado cambiario son:

1. Intervención a través de subasta de opciones: El Banco comprará o venderá dólares de acuerdo a su discreción, ya sea por opciones put (le da el derecho a que el mercado le venda dólares al Banco de la República) o call (le da derecho al mercado a comprarle dólares al Banco de la República).
2. Intervención directa: El Banco de la República vende o compra dólares en el mercado cambiario de manera directa a través de subastas de opciones put y call en subasta holandesa.
3. Opciones put y call para acumulación y desacumulación de reservas internacionales.
4. Opciones para el control de la volatilidad de la tasa de cambio.

En los últimos años, y tras una fuerte revaluación del peso colombiano frente al dólar norteamericano que comenzó en el 2002, diferentes analistas y economistas colombianos le han pedido al Banco de la República intervenir de manera discrecional en el mercado cambiario mediante la compra diaria de dólares con el fin de detener el movimiento revaluacionista y procurar una devaluación del peso frente al dólar, bajo el argumento de que un peso colombiano débil favorece a los exportadores nacionales y por consiguiente impacta de manera positiva el crecimiento del producto interno bruto.

Es así como a lo largo del 2012, el Banco de la República compró \$4.884 millones de dólares y en los primeros nueve meses del 2013 ha comprado \$6.069 millones de dólares, cifra record en la historia de Colombia. Sin embargo, muchos analistas cuestionan el verdadero impacto que esta intervención ha generado sobre la tasa de cambio y si realmente es una solución efectiva para buscar la devaluación del peso.

## **2. Contextos que originan la situación en estudio**

Colombia se ha visto inmersa en un contexto revaluacionista en los últimos XX años. La fuerte apreciación de la tasa de cambio está vinculada entre otras razones, al auge de los productos básicos especialmente minería e hidrocarburos, pues la exploración y la explotación ha traído consigo inversión extranjera inundando el país de divisas, pero a su vez ha debilitado la competitividad de otros sectores productivos. Por tal motivo el Gobierno debe impulsar políticas sociales, fiscales y agrícolas que favorezcan la productividad de sectores que se encuentran rezagados.

Otra razón más para la revaluación, obedece al contexto externo desde el 2008 cuando Estados Unidos y gran parte de los países europeos cayeron en profundas recesiones que afectaron sus niveles de consumo interno y al mismo tiempo disminuyeron drásticamente sus niveles de importaciones provenientes de países emergentes como Colombia. Para aquella época el refugio era el dólar y los títulos emitidos por el gobierno de Estados Unidos, conocidos como tesoros americanos, momento que favoreció la devaluación del peso frente al dólar. Sin embargo esto no duro mucho, pues los inversionistas extranjeros encontraron mejores tasas de retorno en América Latina, por lo cual liquidaron sus posiciones en tesoros americanos y migraron hacia renta fija de países emergentes. Ya para ese entonces se daba era un proceso revaluacionista pues no solo los inversionistas de portafolio estaban más interesados en los activos financieros de Latinoamérica, si no que en general los inversionistas extranjeros encontraron opciones de inversión extranjera directa muy interesantes ya fuera a través de compra de compañías o a través de inyecciones de capital. Esta decisión de llegar a Colombia se vio influenciada por la mejora en las condiciones de calificación de riesgo país por parte de calificadoras como Moodys, Standar & Poors y Fitch Ratings.

Estar en la mira de los países desarrollados y de los fondos extranjeros puede ser considerado como un factor positivo que trae al país mayores oportunidades de empleo en distintos sectores no explotados en otros años, así como altos índices de crecimiento en el PIB. Lo paradójico es que implica mayores niveles de revaluación del peso frente al dólar afectando de esta manera las exportaciones y la balanza comercial y el nivel de reservas internaciones y la balanza de reservas. Todo esto generando impacto sobre la balanza de pagos.

Para mitigar dicha paradoja, el Gobierno y el Banco Central, deben llevar a cabo una gestión macroeconómica prudente, manteniendo la tasa de cambio determinada por el mercado e interviniendo solo para compensar aquellos movimientos volátiles o para aumentar sus niveles de reservas internacionales. Esta intervención es que se analiza en este documento, buscando determinar el impacto que las políticas cambiarias han tenido sobre la tasa de cambio.

### **3. Antecedentes**

La Constitución colombiana, creada en 1991 a través de la Asamblea Nacional Constituyente no solo introdujo grandes cambios en el ámbito político, social y judicial del país, sino también en el sector bancario. La banca vio cómo se sustituyó a la entonces Junta Monetaria por la actual Junta Directiva del Banco de la República, quien además fue creado como la máxima autoridad monetaria, cambiaria y de crédito a nivel nacional. Adicionalmente, se le brindó rango constitucional a la búsqueda de mantener el poder adquisitivo del peso colombiano, mediante el control de la inflación, en concordancia con la política económica general. Bajo esta premisa de inflación objetivo, y procurando mantener una inflación baja que fomente la inversión y el ahorro en el país, se implementó una política cambiaria dentro de un régimen de flexibilidad cambiaria, sujeta a unas reglas de intervención en procura de los siguientes objetivos:

1. Mantener un nivel adecuado de reservas internacionales que reduzcan la vulnerabilidad de la economía colombiana frente a choques externos.
2. Limitar la volatilidad excesiva de la tasa de cambio en periodos cortos de tiempo.

3. Moderar apreciaciones o depreciaciones excesivas que pongan en peligro el logro de las metas de inflación futuras y la estabilidad externa y financiera de la economía.

Las formas en la que el Banco Central puede ejecutar su política cambiaria para lograr los objetivos anteriores son:

1. Intervención mediante subasta de opciones

Bajo este esquema, adoptado en noviembre de 1999, Banco de la República puede intervenir en el mercado cambiario a través de subastas de opciones americanas put (dan derecho al tenedor de la opción de vender dólares al Banco de la República) o call (otorgan el derecho a comprar dólares al Banco de la República).

En caso que el objetivo de la política cambiaria del Banco Central sea acumular reservas internacionales, el Banco de la República puede convocar una subasta de opciones put por un monto que la Junta Directiva determina de manera discrecional y por un lapso de tiempo establecido. Estas opciones pueden ser ejercidas durante su plazo, de manera parcial o total, cualquier día hábil siempre que esté activa la condición de ejercicio, la cual se habilita cuando la tasa representativa del mercado (TRM- certificada por la Superfinanciera) sea inferior a su promedio móvil de los últimos 20 días hábiles.

Pero, si la política cambiaria establece una desacumulación de reservas internacionales, entonces el Banco de la República puede convocar a una subasta de opciones call, cuando la TRM sea superior a su promedio móvil de los últimos 20 días.

Ahora, si el objetivo de la política cambiaria es controlar la volatilidad de la tasa de cambio, la convocatoria de estas subastas requiere que la TRM se encuentre 5% o más por debajo (venta de opciones put) o por encima (venta de opciones call) de su promedio móvil de los últimos 20 días hábiles.

## 2. Intervención directa

En septiembre de 2004, la Junta Directiva del Banco de la República aprobó que el Banco Central pueda intervenir el mercado cambiario a través del mecanismo de intervención que escoja y a discreción de la Junta Directiva.

Dentro de una política monetaria de inflación objetivo, la política de intervención cambiaria debe ser coherente con el logro de las metas de inflación. Por lo tanto, con el fin de garantizar la consistencia entre ambas políticas se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Las tasas de interés, como instrumento primario de la política monetaria, deben moverse en una dirección consistente con el logro de las metas de inflación. Así que si el pronóstico de inflación esperada está por encima de la meta establecida por el Banco, este debería ajustar sus tasas de interés al alza; y si la inflación esperada se ubica por debajo de la meta establecida, las bajaría.

- La intervención cambiaria se debe llevar a cabo en forma coherente con la postura de la política monetaria. Así por ejemplo, si el Banco de la Republica sube sus tasas de interés con el fin de bajar la inflación, dicho órgano no debería comprar divisas, pues esto generaría mayores presiones inflacionarias dado que aumenta el dinero en circulación en el sistema financiero. Así mismo, el Banco Central no debería vender divisas si su política monetaria consiste en bajar tasas de interés a fin de facilitar un aumento del nivel general de precios en la economía.
- Si la inflación proyectada está por debajo de la meta, la estrategia de inflación objetivo sugeriría una política monetaria expansiva, lo cual es compatible con compras de divisas por parte del banco Central, para atenuar la apreciación. Si la inflación proyectada está por encima de la meta, la estrategia de inflación objetivo, sugeriría una política monetaria más restrictiva.
- Si en este escenario el Banco Central tuviera una programación de compra de divisas en el mercado, habría un conflicto entre la política monetaria y la cambiaria. En este caso, el Banco Central tendría que compensar la expansión resultante de su intervención cambiaria, mediante operaciones de contracción monetaria, o intervención esterilizada.

Diariamente se negocia en promedio \$1.700 millones de pesos en el mercado cambiario colombiano. Y actualmente, el Banco de la Republica está comprando en promedio \$15 millones de dólares diarios a manera de intervención, con el fin de combatir la revaluación del peso frente al dólar. Y esta intervención ha sido progresiva en los últimos años, pues

mientras que en el año 2005 el monto destinado para intervención cambiaria fue de \$1.000 millones de dólares, en el año 2012 esta cifra fue de \$4.884 millones.

El hecho de que en siete años el monto de las intervenciones cambiarias aumentara 380% sin que esto provocara una devaluación real del peso colombiano frente al dólar, pues en el mismo periodo de tiempo la tasa de cambio pasó de \$2.400 a \$1.800, es decir, una apreciación del 25% nominal, pone en duda la efectividad de dicha estrategia cambiaria.

#### **4. Objetivo**

Medir el impacto cuantitativo de las intervenciones diarias (Compras de USD) del Banrep sobre la divisa COP/USD.

#### **5. Justificación**

La volatilidad del tipo de cambio ha sido objeto de análisis y de estudio por parte de entes de control como el Banco de la Republica, de entidades multilaterales como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional, así como de establecimientos financieros como bancos, corporaciones financieras y comisionistas de bolsa. Todas han buscado encontrar explicación del comportamiento y predecir tendencias en la divisa estadounidense. El mundo globalizado de hoy en día obliga al mercado, a sus agentes y a los demás intervinientes a estar al tanto de las variables que mueven la divisa y de cómo esta finalmente termina impactando la economía de un país desde el punto de vista macro hasta la economía de una empresa del sector real desde el punto de vista micro.

Al ser Colombia un país que realiza transacciones comerciales con el resto del mundo y siendo estas pagadas en la mayoría de las ocasiones con el dólar estadounidense, obliga a los agentes del mercado a estar preparados para afrontar de la forma más óptima las variaciones en la divisa. Los movimientos que esta presenta bien sea por razones internas o por choques externos, hacen necesaria la intervención del Banco de la República para suavizar dichos movimientos y un documento como el presente, cuyo rango de estudio son los últimos 3 años de intervención, es precisamente el encargado de ayudar a interpretar la eficiencia de tales medidas cambiarias a partir de la utilización de metodologías estadísticas.

Por lo tanto, el presente documento académico se ve justificado a la luz de la necesidad de continuar produciendo documentos de esta misma índole que analicen el comportamiento de la divisa norteamericana y que sean material de estudio para académicos, empresarios importadores y exportadores que hacen parte de ambos lados de la balanza comercial y de cuyas operaciones con el resto del mundo, depende en un gran porcentaje el nivel de producto interno bruto de Colombia.

## **6. Desarrollo**

Partimos de formular una pregunta sobre la incidencia de la política cambiaria del Banco de la República sobre el mercado de divisas. Este primer interrogante nos enfocaba en lo que se pretendía desarrollar y era probar a partir de modelos econométricos dicha hipótesis. Las bases de datos requeridas para probar los modelos fueron extraídas de Bloomberg y del Banco de la República. Con ellas se construían los modelos que permitían probar la hipótesis.

## 6.1 Metodología

Para capturar las características de la volatilidad, Robert Engle (1982) propone modelar la volatilidad condicional por medio de un proceso de heteroscedasticidad condicional autorregresiva (ARCH) en el cual la media del proceso es cero y la varianza condicional depende de los errores aleatorios pasados. Sin embargo, la evidencia empírica muestra que se requieren una gran cantidad de rezagos para capturar la dinámica de la varianza condicional. Bollerslev (1986) desarrolló una técnica especial aplicando un proceso ARMA a la varianza condicional de los errores llamado GARCH(p, q) el cual tiene un componente autorregresivo y de media móvil en la varianza heteroscedástica. La ventaja del modelo GARCH sobre el modelo ARCH es que el modelo GARCH podría tener más parsimonia y representación que es más fácil identificar y estimar. El modelo GARCH se denota como sigue:

$$y_t = x_t' \gamma + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\varepsilon_t = v_t \sqrt{\sigma_t^2} \quad (2)$$

Donde

$\sigma_v^2 = 1$ , y para el modelo GARCH (1,1)

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

Al igual que en el modelo ARCH,  $v_t$  es proceso de ruido blanco que es independiente de las realizaciones pasadas de  $\varepsilon_{t-1}$ . Las condiciones sobre los parámetros que garantizan la estabilidad del modelo son:

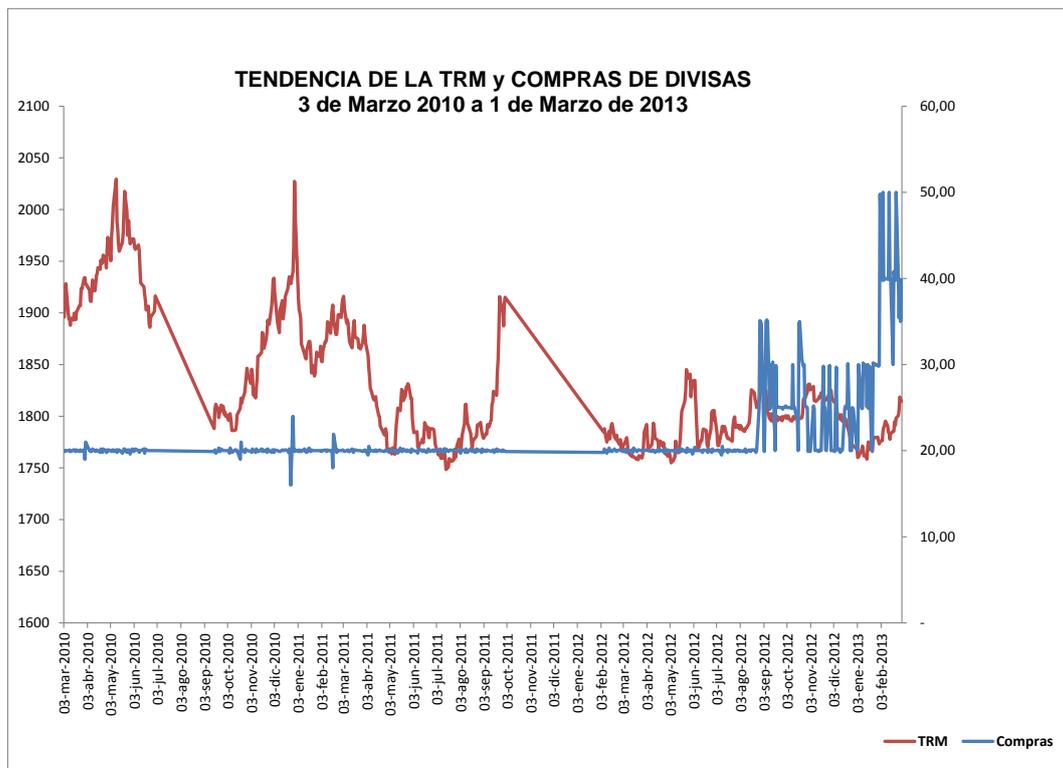
$$\alpha_0 > 0 ; \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

## 7. Presentación y análisis

### 7.1 Tendencia de la TRM y las Intervenciones diarias

Para el análisis de la volatilidad de la TRM sobre las intervenciones diarias – Compras de Dólares- se tomó un periodo diario entre 3 de marzo de 2010 hasta el 1 de marzo del 2013.

**Gráfico 1. Tendencia de la TRM y compras de divisas**



La TRM presenta un comportamiento decreciente a lo largo del recorrido del tiempo con presencia de volatilidades muy marcadas. La compra de divisas presenta un comportamiento constante en promedio de 20 millones de dólares y que al final del periodo analizado presenta variaciones estáticas. De aquí se puede observar que en los últimos periodos de referencia puede existir un grado de asociación entre las dos series.

## 7.2 Medidas descriptivas TRM y las intervenciones diarias

Como se puede observar la serie TRM se concentra entre \$1.750 y \$1.800 presentando una distribución asimétrica positiva, pues existen valores superiores a la media (\$1.829) como es \$2.029. Las intervenciones diarias de compra de dólares presentan una distribución asimétrica positiva con valores superiores a la media (\$21.73 millones de dólares) como es \$50 millones de dólares, ver tabla 1.

**Tabla 1. Medidas descriptivas TRM y las Intervenciones diarias**

	DIV	TRM
Mean	21.73694	1829.185
Median	20.00000	1804.920
Maximum	50.00000	2029.540
Minimum	16.00000	1748.410
Std. Dev.	4.740095	61.90578
Skewness	3.327874	1.017904
Kurtosis	14.99495	3.091715
Jarque-Bera	4712.285	103.9962
Probability	0.000000	0.000000
Sum	13063.90	1099340.
Sum Sq. Dev.	13481.10	2299395.
Observations	601	601

El coeficiente de Jarque –Bera nos indica que no existe normalidad de las series en tiempo.

## 7.3 Correlación entre la TRM y las intervenciones diarias

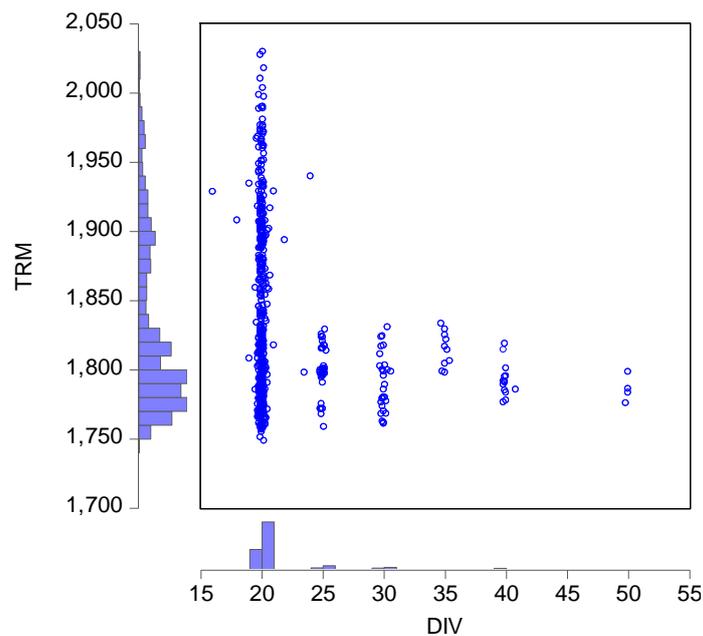
La correlación entre la TRM y las intervenciones diarias presenta un grado de asociación inversamente proporcional baja. Es decir, el coeficiente de correlación es de -0.195470, ver tabla 2.

**Tabla 2. Correlación TRM vs Intervenciones diarias**

Covariance Analysis: Ordinary		
Sample: 1 601		
Included observations: 601		
Correlation Probability	DIV	TRM
DIV	1.000000 ----	
TRM	-0.195470 0.0000	1.000000 ----

El grado de asociación existente entre la TRM y la intervenciones diarias al 5% es significativa, dado que la probabilidad (0.0000) es menor a 0.05. El comportamiento del grado de asociación, gráfico 1, es de manera puntual. Es decir, la TRM se asocia a valores de \$20 millones de dólares en un 74% de las puntos de intervenciones diarias; el 13% de la TRM se encuentra asociada a \$25 millones de dólares y 13% de la TRM se encuentra en los puntos de intervenciones diarias de \$30, \$35, \$40 y \$50 millones de dólares.

**Gráfico 2. Asociación de la TRM y las intervenciones diarias**



## 7.4 Presencia de estacionariedad

La TRM en su recorrido presenta un tendencia decreciente con un promedio de 0.2428 entre día y día. Esto nos lleva a validar la estacionariedad de la serie en el tiempo, ver gráfico 3.

**Gráfico 3. Tendencia de la TRM**



La TRM es una serie temporal estacionaria en sentido amplio si:

- $E[X_t] = \mu$  para todo  $t$
- $V[X_t] = \sigma^2$  para todo  $t$
- $Cov[X_t, X_{t+k}] = \gamma_k$  para todo  $t$  y  $k$

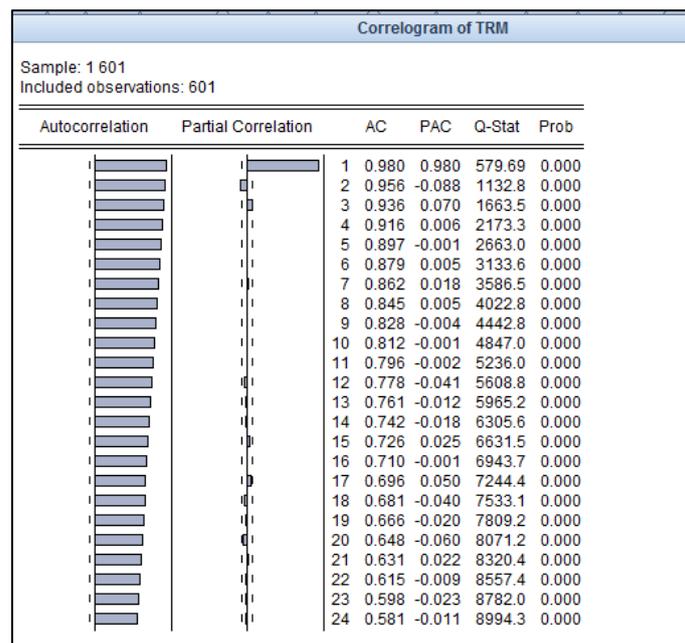
El ejemplo más simple es el RUIDO BLANCO, cuando la media y la covarianza son siempre cero.

La TRM se requiere estacionaria para obtener predicciones fácilmente y confiables, como la media es constante, se podrá estimarla con todos los datos, y utilizar este valor para predecir una nueva observación. También se pueden obtener intervalos de predicción de alta confianza para las predicciones asumiendo que TRM sigue una distribución normal conocida.

### 7.4.1 Prueba de Correlograma

Al estimar el correlograma de la TRM se observa que la FAC decrece en forma exponencial muy suavemente y la FACP presenta un corte en el primer coeficiente. Esto permite concluir que existe una tendencia en la TRM, ver gráfico 4.

**Gráfico 4. Correlograma de la TRM**



El correlograma es una forma de diagnóstico de la presencia de no estacionariedad en la TRM. El correlograma muestral ilustra la razón entre la covarianza al rezago  $k$  y la varianza muestral con respecto al rezago  $k$ . Las autocorrelaciones de una serie ruido blanco oscilan alrededor de cero.

En el caso de la TRM los coeficientes son altos y descienden muy lentamente

- El estadístico Q de Ljung-Box prueba la hipótesis conjunta de que todos los coeficientes de autocorrelación son cero.

## 7.4.2 Prueba de Dickey-Fuller

Con el fin de determinar las propiedades de estacionariedad de las series se pueden utilizar distintos procedimientos: el Test de Dickey Fuller (DF), el Test de Dickey Fuller Aumentado (ADF).

De esta manera, se tienen los siguientes supuestos:

- Si partimos del modelo  $TRM_t = \rho X_{t-1} + u_t$
- Donde  $-1 \leq \rho \leq 1$
- Si  $\rho = 1$  estamos en el caso de raíz unitaria
- El test de Dickey-Fuller (DF) se basa en la siguiente regresión:
- $\Delta X_t = \delta X_{t-1} + u_t$
- Donde  $\delta = (\rho-1)$
- La hipótesis testeada es:

$H_0$ :  $TRM_t$  no es  $I(0)$ ,

$H_1$ :  $TRM_t$  es  $I(0)$ .

- $H_0$  se rechaza si el estimador de  $\delta$  es negativo y significativamente diferente de cero.
- Si  $\delta = 0$ , entonces
- $\Delta TRM_t = \varepsilon_t$
- Entonces las primeras diferencias son estacionarias

Así, la prueba de Dickey-Fuller, tabla 3, para la TRM presenta un estadístico de 0.1085 validando que no existe estacionariedad en la TRM. Por lo tanto, la TRM debe ser diferenciada.

Como se observa en la tabla 3, el valor probabilístico del test (0.1085) es mayor al 0.05 de significancia. Por lo que se rechaza la hipótesis de estacionariedad de la TRM. Es decir, la TRM debe ser diferenciada para ser estimada y de esta manera no obtener valores de saturación en las estimaciones de los coeficientes.

**Tabla 3. Prueba de Dickey-Fuller de la TRM**

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on TRM				
Null Hypothesis: TRM has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=18)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.531431	0.1085
Test critical values:				
	1% level		-3.441019	
	5% level		-2.866139	
	10% level		-2.569278	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(TRM)				
Method: Least Squares				
Date: 07/03/14 Time: 09:02				
Sample (adjusted): 2 601				
Included observations: 600 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TRM(-1)	-0.020241	0.007996	-2.531431	0.0116
C	36.88885	14.63442	2.520691	0.0120
R-squared	0.010602	Mean dependent var		-0.135967
Adjusted R-squared	0.008948	S.D. dependent var		12.17870
S.E. of regression	12.12409	Akaike info criterion		7.831594
Sum squared resid	87902.15	Schwarz criterion		7.846250
Log likelihood	-2347.478	Hannan-Quinn criter.		7.837299
F-statistic	6.408141	Durbin-Watson stat		1.844962
Prob(F-statistic)	0.011615			

### 7.5 Modelo GARCH(1,1)

Luego de realizar los análisis descriptivos se procede a estimar el modelo GARCH(1,1).

Donde la ecuación para la media recogida en (1) se escribe y<sub>t</sub> como función de unas variables exógenas con un término de error. La ecuación para la varianza condicional especificada en (2) es una función de tres términos: la media ( $\omega_0$ ), información acerca de la volatilidad en el periodo previo, medida como el retardo de los residuos al cuadrado en la ecuación de la media  $\varepsilon_{t-1}$  (el término ARCH), y el último periodo estimado de la varianza  $\sigma^2_{t-1}$  (el término GARCH).

La expresión (1,1) en GARCH(1,1) se refiere a la presencia de un término GARCH de primer orden (el primer número entre paréntesis) y un término ARCH de primer orden (el segundo número del paréntesis). Un modelo ARCH corriente es un caso especial de especificación GARCH en donde no hay valores retardados estimados de la varianza en la ecuación de varianza condicional.

## 7.6 Modelo estimado

Al diferenciar la TRM y estimar el modelo GARCH(1,1) se tiene la salida de eviews, ver tabla 4.

**Tabla 4. Modelo estimado GARCH (1,1) de la TRM**

Dependent Variable: D(TRM)				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*GARCH(-1)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
DIV	0.165080	0.063760	2.589071	0.0096
C	-4.307944	1.823753	-2.362131	0.0182
AR(1)	0.203731	0.069981	2.911240	0.0036
Variance Equation				
C	1.000365	0.753594	1.327460	0.1844
RESID(-1)^2	0.073876	0.033440	2.209186	0.0272
GARCH(-1)	0.895516	0.043054	20.80002	0.0000
R-squared	0.051557	Mean dependent var	0.268119	
Adjusted R-squared	0.042025	S.D. dependent var	6.732593	
S.E. of regression	6.589606	Akaike info criterion	6.473207	
Sum squared resid	8641.158	Schwarz criterion	6.571472	
Log likelihood	-647.7939	Hannan-Quinn criter.	6.512965	
Durbin-Watson stat	1.949926			
Inverted AR Roots				
	.20			

En el modelo estimado se observa:

- Los supuestos  $\alpha_0 > 0$  ;  $\alpha_1 + \beta_1 < 1$  se cumplen.

Esto es,  $\alpha_0 = 1.00036$

$$\alpha_1 + \beta_1 = 0.073 + 0.895 = 0.968$$

- b. Los betas-coeficientes son significativos al 5%.
- c. Los coeficientes de la ecuación son significativos.

▪ **Ecuación estimada:**

$$\Delta(TRM_t) = - 4.30794434 + 0.16507 * DIV + 0.2037TRM_{t-1}$$

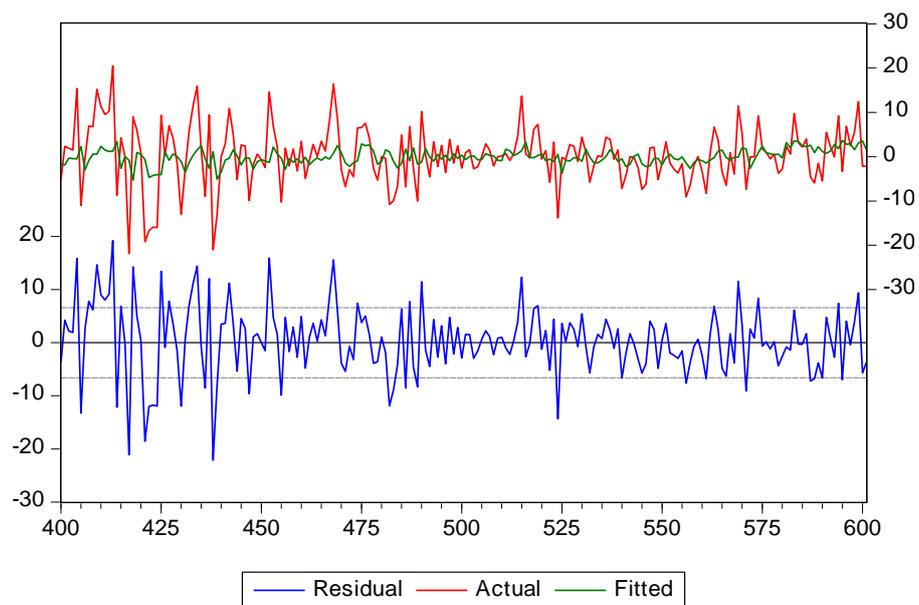
$$\sigma_t^2 = 1.00036 + 0.073875\varepsilon_{t-1}^2 + 0.89551\sigma_{t-1}^2$$

## 7.7 Pruebas de residuales

### 7.7.1 Gráfico

En el gráfico 2 de residuales del modelo estimado se observa que no presentan patrones determinísticos o tendenciales, presentan un ruido blanco alrededor de sus límites de confianza.

**Gráfico 5. Residuales del modelo estimado**



## 7.7.2 Correlograma

**Tabla 5. Correlograma de residuales**

Correlogram of Standardized Residuals						
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term(s)						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.023	0.023	0.1108	
		2	0.018	0.018	0.1792	0.672
		3	0.014	0.013	0.2214	0.895
		4	-0.082	-0.083	1.6253	0.654
		5	0.057	0.061	2.3117	0.679
		6	0.006	0.006	2.3202	0.803
		7	-0.002	-0.002	2.3207	0.888
		8	0.048	0.040	2.8199	0.901
		9	0.047	0.055	3.2896	0.915
		10	-0.064	-0.072	4.1620	0.900
		11	-0.021	-0.022	4.2612	0.935
		12	0.030	0.041	4.4544	0.955
		13	-0.152	-0.152	9.4769	0.662
		14	-0.053	-0.066	10.103	0.685
		15	-0.034	-0.020	10.351	0.736
		16	0.126	0.147	13.894	0.534
		17	-0.024	-0.069	14.027	0.597
		18	-0.082	-0.077	15.523	0.558
		19	-0.034	-0.015	15.777	0.608
		20	-0.075	-0.051	17.068	0.585
		21	0.069	0.061	18.164	0.577
		22	0.096	0.122	20.264	0.505
		23	-0.016	-0.028	20.323	0.563
		24	0.083	0.041	21.918	0.525

En el análisis de los coeficientes de autocorrelación en el correlograma se observa que los coeficientes son pequeños y se encuentran dentro de las bandas de confianza del 95% y la probabilidad de la prueba de Q-stat son mayores al 5% de significancia, ver tabla 5.

## 7.7.3 Prueba de Homoscedasticidad

En la tabla 6 se observa que el estadístico de prueba de la ARCH es significativo al 5%. Es decir, se acepta la hipótesis de que los residuales son un ruido blanco.

**Tabla 6. Prueba de Heteroscedasticidad ARCH**

Heteroskedasticity Test: ARCH				
F-statistic	0.434473	Prob. F(1,199)	0.5106	
Obs*R-squared	0.437884	Prob. Chi-Square(1)	0.5081	
Test Equation:				
Dependent Variable: WGT_RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 07/03/14 Time: 10:12				
Sample (adjusted): 401 601				
Included observations: 201 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.981520	0.135328	7.252913	0.0000
WGT_RESID^2(-1)	0.046666	0.070797	0.659146	0.5106
R-squared	0.002179	Mean dependent var	1.029529	
Adjusted R-squared	-0.002836	S.D. dependent var	1.614732	
S.E. of regression	1.617020	Akaike info criterion	3.808947	
Sum squared resid	520.3359	Schwarz criterion	3.841816	
Log likelihood	-380.7992	Hannan-Quinn criter.	3.822247	
F-statistic	0.434473	Durbin-Watson stat	1.988662	
Prob(F-statistic)	0.510564			

## **8. Conclusión general**

En general la estrategia de compras diarias por parte del Banco de la Republica se ha entendido como estrategias de medio y largo plazo que buscan absorber parte de los dólares que ingresan al país de manera paulatina y no como medidas de choque de corto plazo que reviertan la tendencia.

Las compras diarias en un principio por el efecto de novedad tuvieron mucho mayor efecto que en las postrimerías y es entendible toda vez que el mercado se acostumbró a la presencia del agente al poco tiempo y para un mercado que transa en promedio 850 millones de dólares el impacto de 10 o 20 millones parece irrelevante. Sin embargo, si se analiza el efecto neto sobre la balanza cambiaria, hay una demanda acumulada año tras año que si deja ver que ha habido un efecto positivo.

Hablar de un ingreso neto de divisas del orden de 12 a 15 mil millones de dólares como ha pasado en los últimos años de los cuales el banco compro entre 2 y 4 mil millones (16% y 26% respectivamente), si muestran que la revaluación pudo ser peor para la economía. Es más, el costo que esas compras ha tenido para el Banco de la República entre 400 mil millones y un billón de pesos como ocurrió en el año pasado, es un indicador claro que el sector exportador pudo haber perdido más de no haber sido intervenida la cotización aunque ese costo a la final se ha socializado entre todos los colombianos. De ahí que surja como viene ocurriendo recientemente el llamado a que la competitividad de nuestros productos se logre a través de reducción de costes de producción, de transporte y almacenaje que son más sostenibles a largo plazo y no por vía de tasa de cambio que en el corto plazo y gracias al buen desempeño macro del país sólo parece atraer la inversión foránea que no se debe

rechazar pues es un componente muy importante para la generación de riqueza en el futuro.

Las compras si han tenido efecto aunque no sean perceptible a simple vista y si bien mejoran la perspectiva del país para asimilar choques externos vía acumulación de reservas, los costos que han tenido para el banco central (para los colombianos) deberían ser invertidos más bien en mejora de puertos, vías y reducción de costos para la industria y los servicios que producimos.

## **BIBLIOGRAFIA**

Engle, R y Bollerslev, T. (1986): *Modelling the Persistence of Conditional Variance* *Econometric. Reviews*.

Universidad de Castilla. (2007). Modelos de heterocedasticidad condicional. Recuperado de <http://www.uclm.es/area/gsee/aie/doctorado/Javier/tema7.pdf>

Javier Perote Peña. (1997). MODELOS DE SERIES TEMPORALES EN FINANZAS (II):  
MODELOS ARCH-GARCH. Recuperado de  
[http://web.usal.es/~perote/documentos/TEMA%202%20MODELIZACION%20ECONOMICA%20II\\_1.pdf](http://web.usal.es/~perote/documentos/TEMA%202%20MODELIZACION%20ECONOMICA%20II_1.pdf)

Revista de Economía del Rosario. (2007). Distribución condicional de los retornos de la tasa de cambio colombiana. Recuperado de  
[http://www.urosario.edu.co/urosario\\_files/2d/2d5f3175-5d91-405c-b1e5-ee40b0be60a0.pdf](http://www.urosario.edu.co/urosario_files/2d/2d5f3175-5d91-405c-b1e5-ee40b0be60a0.pdf)

Universidad Santo Tomas. (2012). Uso de modelos de volatilidad estocástica para valoración de riesgo cambiario. Recuperado de

<https://www.google.com.co/#q=uso+de+modelos+de+volatilidad+estoc%C3%A1stica>

Universidad Católica de Colombia. (2010). Medición de la volatilidad en series de tiempo financieras. Recuperado de

[http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/4\\_7413\\_montenegro-20101.%20\(2010\\_1\).pdf](http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/4_7413_montenegro-20101.%20(2010_1).pdf)

OCDE Colombia. (2013). Estudios económicos de la OCDE COLOMBIA Recuperado de

<http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/192121742radF9D1F.pdf>

Banco de la Republica. (2009). Mecanismos de Intervención del Banco de la República en el Mercado Cambiario. Recuperado de

[http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/resumen\\_mecanismos\\_intervencion\\_BR.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/resumen_mecanismos_intervencion_BR.pdf)

Revista Semana. (2010). Banco de la República saldrá a comprar dólares. Recuperado de

<http://www.semana.com/economia/articulo/banco-republica-saldra-comprar-dolares/121977-3>

Redalyc. (2008). Pronósticos y estructuras de volatilidad multiperiodo de la tasa de cambio del peso colombiano. Recuperado de

<http://www.redalyc.org/pdf/2821/282122032009.pdf>

Banco de la Republica. (2013). Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República. Recuperado de

[http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/ijd\\_jul\\_2013.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/ijd_jul_2013.pdf)

ICESI. (2013). La supervisión de tipos de cambio del fondo monetario internacional.

Recuperado de

[http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE\\_855\\_6982\\_\\_18ED8811C7A8C786AA1DACC1736E6E60.pdf](http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_855_6982__18ED8811C7A8C786AA1DACC1736E6E60.pdf)

Hull, J. (2002). *Introducción a los mercados de futuros y opciones*. Madrid: Prentice Hall.

Banco de la Republica. (2008). Revista del Banco de la Republica. Recuperado de

<http://www.banrep.gov.co/es/node/10441>

Fedesarrollo. (2009). Working paper No. 48. Recuperado de

<http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/WP-No.-48-Volatilidad-cambiaría-en-Colombia-2009-Nov>

Banco de la Republica. (2008). Efectividad de la intervención discrecional del Banco de la

Republica en el Mercado Cambiario. Recuperado de

<http://www.banrep.org/docum/ftp/borra336.pdf>

María del Carmen García Centeno; Raquel Ibar Alonso. Estimación de modelos de

volatilidad estocástica. Recuperado de <http://www.uv.es/asepuma/XI/28.pdf>

Wooldridge, J.M.(2013). *Introductory econometrics: modern approach*. South Western:

Cengage Learnig.

Salas, J. (1990). *Econometría aplicada a los países en desarrollo*. México: Fondo de cultura económica.

Gonzalez, Y. & Carrascal, U. (2001). *Análisis econométrico con Eviews*. México: Alfaomega

Banco de la Republica. (2009). Impacto de las intervenciones cambiarias sobre el nivel y la volatilidad de la tasa de cambio en Colombia. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra561.pdf>

Banco central de Chile . (2013). Efecto de intervenciones cambiarias recientes en economías emergentes. Recuperado de <http://www.bcentral.cl/estudios/revista-economia/2013/abr/recv16n1abr2013pp122-137.pdf>

Federación nacional de cafeteros de Colombia. (2008). Equilibrio de la tasa de cambio nominal en Colombia y pronósticos del tipo de cambio. Recuperado de <http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Equilibrio%20de%20la%20tasa%20de%20cambio%20nominal%20en%20Colombia%20y%20pron%C3%B3sticos%20de%20tipo%20de%20cambio.pdf>

Banco central de Chile . (2013). Efecto de intervenciones cambiarias recientes en economías emergentes. Recuperado de <http://www.bcentral.cl/estudios/revista-economia/2013/abr/recv16n1abr2013pp122-137.pdf>

Universidad del rosario. (2007). Distribución condicional de los retornos de la tasa de cambio colombiana. Recuperado de [http://www.urosario.edu.co/urosario\\_files/2d/2d5f3175-5d91-405c-b1e5-ee40b0be60a0.pdf](http://www.urosario.edu.co/urosario_files/2d/2d5f3175-5d91-405c-b1e5-ee40b0be60a0.pdf)