

MODELACIÓN DE LA TASA DE CAMBIO COLOMBIANA UTILIZANDO UN
MODELO DINAMICO POR FACTORES

CESAR AUGUSTO TABORDA OSPINA

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI

2016

MODELACIÓN DE LA TASA DE CAMBIO COLOMBIANA UTILIZANDO UN
MODELO DINAMICO POR FACTORES

CESAR AUGUSTO TABORDA OSPINA

CÓDIGO: 201122986

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ECONOMISTA

TUTOR:

JORGE MARIO URIBE GIL

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

SANTIAGO DE CALI

2016

Tabla de contenido

1. Introducción	1
2. Marco Teórico	2
3. Estado del arte	5
4. Metodología	8
4.1 Datos	9
4.2 Modelo	9
4.3 Estimación de factores	10
4.3.1 Numero óptimo de factores	11
4.4 Criterio de selección	12
5. Estimación y Resultados	12
5.1 Elección óptima de factores	12
5.2 Correlación de las variables macroeconómicas y los factores utilizados.	13
5.3 Modelo dinámico por factores.	15
5.5 Pronósticos y selección.	19
6. Conclusiones	20
Referencias	21
Apéndice 1.	22
Anexo 1. Regresiones con factores rezagados diferentes periodos de tiempo	23
Anexo 2. Graficas de los factores estimados.	25

Índice de graficas

<i>Variabilidad explicada por los factores</i>	13
<i>Pronósticos a 12 meses</i>	20
<i>Factor 11</i>	26
<i>Factor 22</i>	26
<i>Factor 33</i>	27
<i>Factor 44</i>	27
<i>Factor 55</i>	27
<i>Factor 66</i>	28
<i>Factor 77</i>	28

Índice de tabla

<i>Correlación de los factores con variables macroeconómicas</i>	14
<i>Significancia de las variables MDF</i>	16
<i>Test Breusch-Pagan</i>	17
<i>Test de raíz unitaria</i>	18
<i>Correlograma de la TRM</i>	18
<i>Prueba de significancia</i>	19
<i>AIC de los 2 modelos</i>	20
<i>Series y métodos de conversión utilizados</i>	23
<i>Regresión con los factores rezagados 1 periodos</i>	24
<i>Regresión con los factores rezagados 3 periodos</i>	24
<i>Regresión con los factores rezagados 6 periodos</i>	25
<i>Regresión con los factores rezagados 7 periodos</i>	25
<i>Regresión con los factores rezagados 11 periodos</i>	25

<i>Regresión con los factores rezagados 14 periodos</i>	25
<i>Regresión con los factores rezagados 18 periodos</i>	26
<i>Estimación Output a 1 mes. MDF VS ARIMA</i>	28
<i>Estimación Output a 6 mes. MDF VS ARIMA</i>	29
<i>Estimación Output a 12 mes. MDF VS ARIMA</i>	29

MODELACIÓN DE LA TASA DE CAMBIO COLOMBIANA UTILIZANDO UN MODELO DINAMICO POR FACTORES

Resumen

Este trabajo evalúa la predictibilidad de la Tasa Representativa del Mercado colombiano (TRM) para el periodo 2001-2014 a través de un Modelo Dinámico por Factores, utilizando 37 series con periodicidad mensual. Se realizó una comparación del desempeño en la muestra del modelo propuesto, con las de un Modelo Autoregresivo Integrado de Media Móvil (ARIMA). Las previsiones del modelo de Factores Dinámicos tienen mejor desempeño para la TRM, de acuerdo al criterio de selección de Akaike (AIC), aplicado en los 3 diferentes horizontes estudiados.

Palabras Clave: ARIMA, Dinámico por Factores, Predictibilidad, Criterio de selección.

1. Introducción

Conocer el comportamiento de las variables macroeconómicas y financieras juega un papel importante en las decisiones tomadas por un banco central. En particular, la variabilidad del tipo de cambio es uno de los temas principales de estudio en relación a la política cambiaria. Es por ello que se han hecho innumerables esfuerzos para analizar y predecir su comportamiento.

La posibilidad de acertar el valor futuro de la tasa de cambio marca la pauta para una inversión adecuada. Algunos agentes (más aversos al riesgo) buscarán disminuir la incertidumbre frente a las fluctuaciones del tipo de cambio, mientras otros (menos aversos al riesgo) buscarán especular y obtener ganancias extraordinarias entre dichas variaciones.

A pesar de esto, las predicciones de la TRM realizadas por el Banco de la República y la banca privada no han cumplido con las expectativas. Esto puede deberse a diferentes motivos, por ejemplo, la utilización de metodología inadecuada, o simplemente por la existencia de eficiencia en el mercado cambiario colombiano, lo que imposibilitaría su predicción. (Fama, 1970).

Por lo anterior, en este trabajo se utilizará la metodología de los Modelos Dinámicos por Factores para intentar obtener predicciones acertadas o mejoradas de la TRM. Además, se realiza una comparativa con un modelo comúnmente utilizado y conocido como ARIMA (Autoregresivo Integrado de Medias Móviles), y se determina cuál de los 2 brinda resultados más cercanos a la realidad por medio de un criterio de selección de modelo.

Además de esta introducción, este trabajo incluye una sección donde se presenta el marco teórico utilizado como base para el análisis empírico realizado. Posteriormente se encuentra una sección donde se realiza una revisión de literatura relacionada con la predictibilidad del tipo de cambio. En el siguiente apartado se explica detalladamente la metodología utilizada para confrontar la hipótesis inicial. Para finalizar se presentan los resultados obtenidos y las principales conclusiones de las estimaciones obtenidas.

2. Marco Teórico

Son diversos los trabajos teóricos como el desarrollado por Williamson (1985), en los que se resalta el importante papel del tipo de cambio real en el proceso de ajuste macroeconómico. Por esta razón, identificar los factores determinantes del tipo de cambio real de equilibrio ha sido una tarea abordada desde muchos enfoques y más aún si se reconoce que desde los años 80 hasta al presente con dificultad puede encontrarse un trabajo empírico robusto en la predicción de dichos tipos de cambio.

Con la liberalización generalizada de las principales monedas tras la ruptura del sistema Bretton Woods en 1973, se abandonan los modelos tradicionales de paridad de poder adquisitivo y los de equilibrio de flujos en los que la variación de los tipos de cambio tendría como propósito equilibrar la oferta y demanda de divisas determinadas por los flujos internacionales de bienes y servicios. Dichos modelos aplicaban extensiones a los trabajos desarrollados por Fleming (1962) y Mundell (1963) en las que el tipo de cambio se determina tanto por las tasas de interés, locales e internacionales, como por el nivel de producto. En este tipo de modelos, el equilibrio es determinado fundamentalmente en la cuenta de capital por el ajuste entre esta y la relación entre la tasa de interés local e internacional. Posteriormente, en los años ochenta, surgen los modelos de activos en el que el tipo de cambio real se mueve en función de la demanda internacional de activos y

por tanto la divisa estará determinada por la rentabilidad, el riesgo, las expectativas y la composición de los portafolios.

Estos modelos presentan dos enfoques: el monetario y el de equilibrio de cartera cuyas diferencias se basan fundamentalmente en la sustituibilidad perfecta entre activos nacionales y externos (Frenkel,1983). El enfoque monetario con precios flexibles propuestos por Frenkel (1976) y Bilson (1978) en los que el tipo de cambio S se ajustaría en función de los diferenciales de la cantidad de dinero, producto y tasas de interés entre la economía local y la extranjera:

$$S = \theta(M - M^*) + \beta(Y - Y^*) + \gamma(i - i^*) \quad (1)$$

Se supone como punto de partida que existe paridad de poder adquisitivo y por tanto un aumento en la cantidad de dinero, conduciría a un exceso de oferta monetaria que deriva en un aumento en los precios al interior de la economía, y por ende a una depreciación de la moneda. Así mismo, aumentos en la renta para una oferta monetaria fija conducirán a una elevación en los precios y con ello a una apreciación de la moneda. Finalmente, un aumento en la tasa de interés nominal nacional se asociaría a expectativas de inflaciones más elevada, lo que estimulará a los agentes a reducir su demanda de saldos reales y con ello a una apreciación de la moneda. El trabajo de Frenkel (1976) Respalda esta doctrina de la paridad de poder adquisitivo al identificar altas correlaciones entre la tasa de cambio y algunos índices de precios como el de costo de vida, precios a mayoristas y salarios.

Por otro lado, los modelos de equilibrio de cartera no parten del supuesto de sustituibilidad perfecta entre activos nacionales y extranjeros. Por tanto, los agentes deciden la configuración de sus carteras optimas en función de los rendimientos de los bonos locales y los externos, $i - i^*$ y el tipo de cambio se ajustará en función de los excesos de oferta y demanda de activos nacionales y extranjeros. No obstante, estos

modelos tampoco no han presentado mucha solidez empírica y poder predictivo tal como se expone en el trabajo de Messe y Rogoff (1983) en el que comparaban estos modelos y el modelo simple de paseo aleatorio encontrando que este último no predecía peor que dichos modelos.

Ante estos resultados, otro elemento que se incorpora son las expectativas de los agentes en trabajos alternativos en los cuales se caracteriza el tipo de cambio como el precio de un activo, que a su vez es determinado por las expectativas de los agentes sobre el comportamiento futuro de sus fundamentales. Tal y como se plantea en los trabajos de Frenkel y Mussa (1980) el tipo de cambio e , en un periodo t está determinado por condiciones económicas básicas Z_t , por la variación esperada en el tipo de cambio Δe_{t+1}^E tal como se expresa en la ecuación 1:

$$e_t = Z_t + \beta(\Delta e_{t+1}^E) \quad (2)$$

Si a esto se incorpora el supuesto de formación de expectativas racionales, el tipo de cambio dependerá del comportamiento actual y futuro de sus fundamentales. Sobre estos determinantes fundamentales del precio de las divisas existen algunos trabajos previos como los de Balassa (1964) y Samuelson (1964) que establecen relaciones directas entre el tipo de cambio real y la productividad de un país, así como trabajos recientes en los que se reconoce la incidencia del gasto del gobierno y de los términos de intercambio. (De Gregorio y Wolf, 1994).

$$e_t = \left(\frac{1}{1+\beta}\right) \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{\beta}{1+\beta}\right)^j Z_{t+j} \quad (3)$$

Otro elemento incorporado en la teoría de los determinantes del tipo de cambio es el de burbujas especulativas, en el que percepciones equivocadas de algunos agentes que llegan

a generalizarse, desvían el tipo de cambio progresivamente por fuera de su valor de largo plazo.

3. Estado del arte.

En cuanto a los trabajos empíricos, en los últimos años ha tomado gran relevancia una nueva generación de estudios cuyas estimaciones se basan en modelos estructurales de equilibrio de largo plazo en los que el tipo de cambio real se determina por sus fundamentales. Entre estos existen dos líneas de modelos, los modelos de equilibrio fundamental del tipo de cambio (FEER) desarrollado inicialmente por Williamson (1994) y los modelos de comportamiento de equilibrio del tipo de cambio (BEER) presentado por Clark y MacDonald (1998).

En cuanto a los desarrollos iniciales de modelo propuesto por Williamson (1994), se plantea que el tipo de cambio se determina en función de los balances internos y externos asociados a los niveles de pleno empleo, baja inflación y un balance en el flujo de recursos externos sostenible. Esto implica juicios normativos para establecer condiciones económicas de equilibrio a mediano plazo, especialmente en cuanto al nivel de producto potencial y en la determinación del equilibrio de la cuenta corriente.

Por otro lado, en el trabajo de Clark y MacDonald (1998), el tipo de cambio no solo depende de la evolución de sus fundamentales de largo plazo que constituyen el componente permanente, sino también de factores de carácter transitorios que influyen en el tipo de cambio en el corto plazo. Las variables fundamentales corresponden a los términos de intercambio, el precio relativo de los bienes transables respecto a los no transables, el flujo neto de capitales, y los diferenciales en las tasas de interés acompañados de los niveles de oferta de deuda del gobierno como factores determinantes en la formación de expectativas. Bajo este enfoque la metodología empleada

tradicionalmente es la de cointegración propuesto por Johansen (1995) para determinar la ecuación de equilibrio de largo plazo.

Es predominante el enfoque BEER en la literatura, no obstante, algunos trabajos intentan eliminar el componente transitorio asociados, por ejemplo, a los diferenciales en las tasas de interés y descomponen los determinantes de la TCR en dos categorías: aquellos que tienen incidencia en la evolución de la cuenta corriente y los que se asocian a la cuenta de capitales tal como plantea inicialmente Faruquee (1995). un ejemplo de trabajos con este enfoque es el desarrollado por Calderón (2004) en el que encuentra, para el caso chileno en el periodo 1977 – 2003, una relación de largo plazo entre el tipo de cambio real y sus fundamentos representada mediante una ecuación de largo plazo estimada a partir de técnicas de cointegración. En este trabajo en particular, lasserries utilizadas asociadas a los fundamentales fueron el coeficiente de activos externos netos como porcentaje del PIB, la productividad media por trabajador de los sectores transables y no transables tanto de Chile como de sus principales socios comerciales, el cociente entre los precios de exportaciones e importaciones y el gasto corriente descontando el pago de intereses.

En esta misma línea de estudio, y compartiendo las técnicas de cointegración a través de un VEC para la estimación mediante un modelo de mínimos cuadrados dinámicos para contrarrestar el efecto de la correlación entre los choques a los fundamentales y el tipo de cambio, Caputo y Nuñez (2008) replican el ejercicio anterior ampliando el periodo hasta el 2007, pero incorporando un análisis sobre posibles causantes de cambios estructurales, como la *Regla de Balance Fiscal* implementada en ese país para finales de los noventa, que modifican la respuesta de la TCR ante los shocks en variables como los términos de intercambio.

Al analizar las investigaciones realizadas con el enfoque BEER para Colombia, se puede resaltar el trabajo de Olveros y Huertas (2002) quienes realizan un acercamiento a los determinantes de los desequilibrios del tipo de cambio tanto nominal como real para el periodo comprendido entre 1958 y 2001. En cuanto a la determinación de la primera, identifican inicialmente el no cumplimiento de la PPP para el país en el periodo evaluado y posteriormente los autores utilizan índices de precios relativos domésticos, externos y un índice de productividad en el modelo BEER llegando a la conclusión de que la tasa de cambio y los precios internos apenas responden al comportamiento de los precios externos. En cuanto al largo plazo la TCR responde correctamente a sus propios choques en los activos externos netos y sus determinantes del efecto Balassa Samuelson.

Un estudio más reciente para nuestro país es el desarrollado por Arteaga, Granados y Joya (2012) en el que además de compartir la utilización de técnicas de cointegración y estimación tipo VEC para la determinación del equilibrio de la TCR en función de sus fundamentales, incorporan estimaciones tipo VAR para analizar las fluctuaciones a corto plazo de las variables del sistema para las series trimestrales 1994-1 a 2012-2. Los autores identifican que, en términos generales, la TCR se ha encontrado relativamente cerca de su nivel de equilibrio y que la caída tendencial en la TCR desde finales del 2003 es explicada en un 50% por el comportamiento de los términos de intercambio y en un 17% por el efecto Balassa Samuelson. Posteriormente, realizan un ejercicio de descomposición de la varianza del error de pronóstico con el que los autores identifican que los activos externos netos son los que en mayor medida explican el comportamiento de la tasa de cambio en el corto plazo mientras que a mediano plazo es la variación en el gasto público los que explica en mayor medida la dinámica.

Ante la clara pérdida de conexión entre la evolución del tipo de cambio y sus fundamentales macroeconómicos, (Obsfeld y Rogoff 2001), han surgido trabajos

alternativos de microestructura en los que el papel de las expectativas y la especulación influyen en las dinámicas del precio de este activo, principalmente a corto plazo. Uno de estos trabajos es el presentado por Evans y Lyons (2002), quienes a partir de un modelo de portafolio en el que existen dos tipos de agentes que presentan asimetrías informacionales asociadas por un lado a la información sobre los cambios en los determinantes fundamentales del activo y por otro, de un proceso especulativo por parte de *dealers* que determinan sus órdenes de compra. En este ejercicio las órdenes de mercado pueden transmitir información asociada a choques en la demanda por liquidez, cobertura o a cambios en la tolerancia al riesgo de los agentes sobre el comportamiento en el tipo de cambio. Para el caso alemán dichas órdenes de compra y venta logran explicar un 60%.

En esta misma línea de investigación Murcia y Rojas (2013) realizan un ejercicio para Colombia. Inicialmente analizan, a partir de una encuesta de percepción realizada a participantes en el mercado, el impacto que estos creen tienen diferentes variables o eventos sobre el comportamiento del tipo de cambio. Entre sus hallazgos está el papel de las noticias internacionales en la evolución del TC a corto plazo, seguidas por la especulación y las órdenes de los clientes. Para esta última variable, se espera que en entre mayores asimetrías informacionales en el mercado, mayor impacto tendrá en el tipo de cambio. Además, se observa una alta importancia en variables foráneas asociadas a medidas de aversión al riesgo como las tasas de interés de la región y de EEUU. Finalmente, replican el modelo de portafolio con información intra-día e incorporan efectos de condiciones de liquidez y de profundidad del mercado que influyen en la variable central (órdenes de compra y venta del activo) encontrándolas significativas y con la relación esperada.

4. Metodología

4.1 Datos

Para realizar la predicción de la tasa de cambio colombiana se utilizaron 37 series mensuales expresadas como tasas de crecimiento, en las cuales se incluyen variables macroeconómicas y financieras para el periodo 2001-2014 (enero del 2001 hasta junio del 2014), para un total de 162 observaciones. Los datos fueron extraídos del Banco de la Republica (BanRep), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y la Superintendencia financiera de Colombia.

Las variables principales son la Tasa Interbancaria, M1, M2, M3, WTI, IGBC, Tasa de desempleo, Déficit o Superávit, entre otras. (*Ver tabla A1*)

4.2 Modelo

Los modelos dinámicos por factores han tomado abundante fuerza en los últimos años debido a su particular capacidad de modelar simultáneamente grupos de datos en los que se incluyen un número considerable de series, donde muchas veces este número supera la cantidad de observaciones estudiadas. La idea principal al utilizar esta metodología es explicar gran parte de la varianza de las series involucradas, las cuales explican el comportamiento de la variable dependiente, en un número reducido de factores. Así se puede observar en el estudio realizado por Sargent y Sims (1977), donde demuestran que 2 factores dinámicos pueden explicar un gran porcentaje de la variabilidad de un grupo importante de variables macroeconómicas estadounidenses.

El planteamiento general de un modelo dinámico por factores se define de la siguiente forma:

$$X_{it} = \lambda'_i(l)f_t + e_{it} \quad (4)$$

Siendo $\lambda'_i(l)$ un vector de cargas dinámicas de factores de orden s , donde consideramos s finito.

X_{it} Es la variable dependiente. En este trabajo es la TRM

f_t Es el factor estimado. Un factor es una “variable” que acumula la información de todas las series incluidas en nuestra base de datos.

e_{it} Es el término de error. Sera el encargado de recopilar la información que no se logre capturar en los factores incluidos en el modelo.

4.3 Estimación de factores

Los factores son estimados por componentes principales, cuya finalidad es reducir la dimensionad en T, de n a r , donde $r < n$. Esta técnica permite hallar las causas subyacentes de la variabilidad de los datos y ordenarlos por importancia. Para ello, en este estudio se utiliza el método basado en la matriz de covarianzas, el cual es usado cuando se tienen datos con dimensionalidad homogénea.

La descomposición en vectores propios de la matriz de Covarianzas se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = Cov(X) = \frac{X_c' X_c}{n-1} \quad (5)$$

Donde X es el conjunto de datos, y n es el número de muestras.

Ahora se deben calcular los valores y vectores propios de la matriz S .

Vectores propios: Resolviendo para e_j

$$Det|S - \lambda_j I_n| e_j = 0 \quad (6)$$

Para $j = 1, \dots, n$, sujeto a que el conjunto de vectores propios es ortonormal.

Teniendo en cuenta que S es una matriz cuadrada, simétrica y no singular, es posible transformarla en una matriz diagonal de la siguiente forma:

$$L = A'SA \quad (7)$$

Donde en la columna A están contenidos los vectores propios de la matriz S, y L es una matriz diagonal con vectores propios, los cuales se encuentran ordenados de mayor a menor $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3$.

Para lograr reducir la dimensionalidad únicamente se deben incluir los componentes principales con mayores vectores propios asociados, es decir, los que explican la mayor parte de la variabilidad del conjunto de datos.

4.3.1 Numero óptimo de factores

Una de las maneras más sencillas para determinar el número de factores necesarios para obtener una óptima predicción, ha sido el análisis gráfico. Esta técnica consiste en graficar la variabilidad acumulada explicada por cada factor adicional y determinar el número de factores necesarios.

A pesar de lo tentador que puede resultar utilizar esta técnica debido a su facilidad, en este trabajo se ha decidido no utilizarla debido a las múltiples críticas recibidas por la arbitrariedad del proceso. Por tal motivo se ha hecho uso del estadístico IC planteado por Bai y Ng (2002), cuya ecuación general es

$$IC(k) = \ln(S(k)) + kg(N, T) \quad (8)$$

Dónde: k es el número de factores

$g(N, T)$ Es una función perdida de estructura $\frac{N+T}{NT} \ln \frac{NT}{N+T}$

$S(k)$ Es $(NT)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \beta^{k'} \check{F}_t^k)^2$ dividido por NT.

La cantidad de factores utilizados por este criterio es igual a

$$k_{IC} \text{ArgMin} \check{0} \leq k \leq k_{max} \quad (9)$$

k_{max} Es el número máximo de factores permitidos por el investigador

N es el número de series

T Espacio temporal de cada serie

4.4 Criterio de selección

Teniendo en cuenta que una de las ideas principales de este trabajo es comparar la capacidad predictiva entre un modelo Dinamico por Factores y un ARIMA, es necesario utilizar un criterio de elección el cual permita conocer el mejor modelo.

Algunos de los criterios conocidos en la actualidad han sido propuestos por Schwarz (1978), Hannan y Quinn (1979) y Akaike (1973,1974). Este último, el cual sera utilizado en el presente trabajo, busca manejar un trade-off entre la bondad de ajuste y la complejidad del modelo además representa una medida relativa de la calidad de un modelo estadístico.

Planteamiento general del Criterio de elección de Akaike:

$$AIC = 2k - 2\ln(L) \quad (10)$$

Donde k es el número de parámetros incluidos en el modelo estadístico y L es el máximo valor de la función de Verosimilitud para el modelo estimado.

5. Estimación y Resultados

5.1 Elección óptima de factores

Los resultados del estadístico anteriormente mencionados para elegir el numero óptimo de factores con base de las 37 series utilizadas, es de 7 factores.

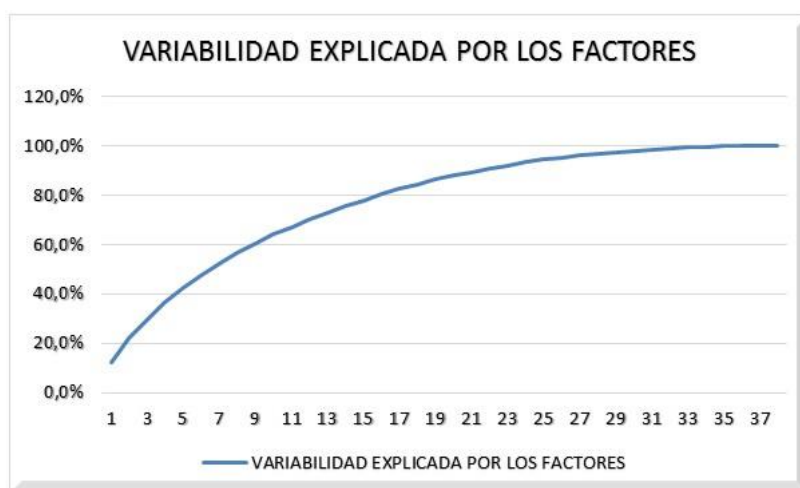


Gráfico 1. Variabilidad explicada por los factores. (fuente: cálculos propios)

De acuerdo al Gráfico 1, estos 7 factores explican 52,27% de la variabilidad total de los datos, es decir, al incluir estos 7 factores se logra capturar más de la mitad de la variabilidad de una base de datos con 37 series, lo que evidentemente permite reducir la dimensionalidad del modelo, sin perder la información más relevante.

5.2 Correlación de las variables macroeconómicas y los factores utilizados.

Para realizar un análisis exploratorio de los factores incluidos en el modelo, es necesario analizar las correlaciones de dichos factores con las variables macroeconómicas inicialmente utilizadas. En la siguiente tabla podemos observar las 3 variables que presentan mayor correlación con cada factor.

VARIABLES	F11
BASE MONETARIA	0,818640
DEPOSITOS A LA VISTA	0,607376
EXPORTACIONES	0,424483
VARIABLES	F22
INDICE DEL TCR	0,690134
INDICE DE TERMINOS DE INTERCAMBIO	0,687919
IMPORTACIONES	0,351554

VARIABLES	F33
DEPOSITOS A LA VISTA	0,345746
M2	0,297538
ENCAJE BANCARIO	0,293497
VARIABLES	F44
INDICE DE TERMINOS DE INTERCAMBIO	-0,269828
INDICE DEL TCR	-0,464355
DTF	-0,244989
VARIABLES	F55
COLOCACION_CONSOLIDADO	-0,358687
IPC	-0,399715
DTF	-0,571993
VARIABLES	F66
IGBC	-0,337527
INDICE DE TERMINOS DE INTERCAMBIO	-0,481614
WTI	-0,623363
VARIABLES	F77
DTF	0,312331
M1	0,312219
COLOCACION CONSOLIDADO	0,297567

Tabla 1. Correlación de los factores con variables macroeconómicas. (fuente: Cálculos propios)

El factor F11 parece tener una fuerte relación con la oferta monetaria de la economía del país tal como se puede observar en la tabla 1. Esta relación tendería a ajustar la evolución del tipo de cambio desde una perspectiva monetaria, en la que tanto la base monetaria y como los depósitos a la vista, determinan en gran medida la evolución de los precios al interior de la economía, que a su vez influyen en las dinámicas en la balanza comercial afectando vía oferta y demanda de divisas. Por otro lado, en cuanto al factor F22 y partiendo de la ortogonalidad entre los factores, se puede sugerir que corresponde a la

evolución de la competitividad de Colombia, pues presenta una fuerte relación con los Términos de Intercambio, las importaciones y el Índice de la Tasa de Cambio Real.

En cuanto al papel de la tasa de interés en la determinación del tipo de cambio, los factores F33 y F77 parecen recoger el papel de esta variable al guardar una significativa relación con las variables asociadas al comportamiento de ésta como lo son el encaje bancario, la DTF, las tasas de colocación consolidadas y la oferta monetaria más líquida como determinante directo de la tasa de interés. La diferencia entre estos factores puede corresponder a las dinámicas de liquidez que se dan en el sistema financiero, la evolución del consumo de los hogares, la política monetaria entre otros.

El factor F44 presenta correlación considerable con los términos de intercambio y aún más fuerte con el tipo de cambio real. Dichas variables ya se habían asociado al factor F22 en una aparente relación en cuanto a competitividad y por lo tanto en este caso las relaciones son de signo opuesto.

En cuanto al factor F66 se evidencia una correlación entre el índice general de la bolsa de valores, el índice de términos de intercambio y el comportamiento de los precios del petróleo, lo que podría asociarse a las decisiones de inversión en el mercado de capitales en donde el petróleo juega un papel determinante al asociarse a costos de producción y transporte para las empresas.

5.3 Modelo dinámico por factores.

Después de realizar múltiples regresiones con los diferentes rezagos de cada factor, se pudo determinar que el mejor modelo dinámico por factores para predecir la TRM es el siguiente:

$$TRM = C + \beta_0 f_{11}(-7) + \beta_1 f_{22}(-11) + \beta_2 f_{33}(-14) + \beta_3 f_{44}(-1) \\ + \beta_4 f_{55}(-18) + \beta_5 f_{66}(-6) + \beta_6 f_{77}(-3)$$

En la siguiente tabla se puede observar la significancia estadística de las 7 variables incluidas en el modelo que explica el comportamiento de la TRM.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.001819	0.002664	-0.682817	0.4959
F11(-7)	-0.070535	0.034268	-2.058325	0.0415
F22(-11)	-0.059023	0.034185	-1.726543	0.0865
F33(-14)	0.085698	0.036135	2.371578	0.0191
F44(-1)	-0.113429	0.034990	-3.241788	0.0015
F55(-18)	-0.024096	0.033847	-0.711900	0.4777
F66(-6)	-0.084396	0.035602	-2.370562	0.0192
F77(-3)	-0.123775	0.036849	-3.358953	0.0010

Tabla 2. Significancia de las variables MDF. (fuente: Cálculos propios)

Como se puede observar en la Tabla 2, todos los factores (excepto el 55) son estadísticamente significativos al 10%, es decir, las variables son relevantes y deben ser incluidas en el modelo.

Por otro lado, se realizó el Test de Breusch-Pagan para descartar heterocedasticidad en el modelo, es decir, permite descartar que la varianza de los residuales dependa de los valores de las variables independientes.

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
F-statistic	1.019537	Prob. F(7,136)	0.4203
Obs*R-squared	7.179799	Prob. Chi-Square(7)	0.4104
Scaled explained SS	8.605992	Prob. Chi-Square(7)	0.2822

Tabla 3. Test Breusch-Pagan. (fuente: Cálculos propios)

En este Test la hipótesis nula afirma la presencia de homocedasticidad, y se rechaza si la Probabilidad F es menor a 5%. Como se puede observar en la Tabla 3 la Probabilidad F

es mayor al 5% por lo cual no se rechaza la hipótesis nula de Homoscedasticidad en el modelo.

5.4 Modelo Autoregresivo integrado de Media móvil

Los modelos Autoregresivos Integrado de Media móviles (más conocidos como ARIMA), son un grupo de modelos estadísticos utilizados en las series de tiempo para pronosticar valores futuros por medio de comportamientos o “patrones” históricos de las variaciones y/o regresiones, es decir, este modelo supone que los valores futuros pueden ser explicados por datos pasados de la misma variable dependiente, por lo que no es necesario involucrar otras variables.

En primer lugar, en este tipo de modelo se debe pronosticar con series estacionarias, por lo que es necesario realizar la prueba de estacionaridad en media por medio del estadístico Augmented Dickey-Fuller, el cual es utilizado para los conjuntos más amplios y complejos de los modelos de series de tiempo. Este estadístico permite aceptar o rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria en la serie estudiada, con el fin de garantizar que la serie no tenga tendencias ni shocks persistentes en el tiempo.

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-11.48336	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.471192	
5% level	-2.879380	
10% level	-2.576361	

Tabla 4. Test de raíz unitaria. (fuente: Calculos propios)

La hipótesis nula de este estadístico propone la presencia de raíz unitaria, y se rechaza si la probabilidad del estadístico es menor al 5% (nivel de confianza). En la tabla 4 se observa que la probabilidad es menor a 0,1%, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se afirma que la serie es estacionaria, es decir, integrada de orden cero $I(O)$.

El siguiente paso consiste en realizar el correlograma de la serie para hallar patrones repetitivos en ella y determinar la aleatoriedad de los valores pasados en diferentes lapsos de tiempo.

Esta aleatoriedad se determina calculando autocorrelaciones para los valores de datos en diferentes lapsos de tiempo. Si es al azar, tales autocorrelaciones deben estar cerca de cero para todos y todas las separaciones de retardo de tiempo.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.093	0.093	1.4393	0.230
		2	0.008	-0.001	1.4504	0.484
		3	-0.034	-0.035	1.6409	0.650
		4	0.048	0.055	2.0267	0.731
		5	0.072	0.063	2.8924	0.717
		6	-0.109	-0.125	4.8989	0.557
		7	-0.103	-0.080	6.7071	0.460
		8	-0.141	-0.123	10.157	0.254
		9	0.017	0.028	10.208	0.334
		10	0.109	0.113	12.285	0.266
		11	-0.175	-0.190	17.689	0.089
		12	-0.007	0.040	17.698	0.125
		13	-0.127	-0.134	20.591	0.081
		14	0.221	0.209	29.332	0.009
		15	0.064	0.006	30.082	0.012
		16	-0.153	-0.166	34.350	0.005
		17	-0.068	-0.031	35.205	0.006
		18	0.010	0.028	35.222	0.009
		19	0.048	-0.059	35.645	0.012
		20	-0.071	-0.051	36.589	0.013
		21	-0.055	0.016	37.164	0.016
		22	-0.147	-0.171	41.253	0.008
		23	-0.047	0.003	41.676	0.010
		24	0.098	-0.030	43.532	0.009
		25	-0.077	-0.029	44.694	0.009
		26	-0.014	0.024	44.735	0.013
		27	0.018	0.027	44.798	0.017
		28	0.081	-0.021	46.112	0.017
		29	0.098	0.018	48.018	0.015
		30	-0.026	-0.015	48.152	0.019
		31	-0.087	-0.100	49.678	0.018
		32	0.068	0.123	50.623	0.019
		33	0.168	0.066	56.426	0.007
		34	-0.032	-0.059	56.633	0.009
		35	-0.018	0.020	56.704	0.012
		36	-0.085	-0.088	58.226	0.011

Tabla 5. Correlograma de la TRM. (fuente: Cálculos propios)

Como se puede observar en la Tabla 5, todos los coeficientes de la Funcion de Autocorrelacion Simple (FAS) y Función de Autocorrelacion Parcial (FAP) se encuentran entre los intervalos de confianza, con excepción del coeficiente 14, el cual sobresa las bandas tanto en la FAS como de la FAP, seguido de un decrecimiento inmediato en el coeficiente siguiente, lo que indicaría un comportamiento de un ARIMA (0,0,14).

Por último, se analiza si la media movil agregada es estadísticamente significativa para el modelo planteado. En la Tabla 6 se puede observar la prueba que tiene como hipótesis

nula que los parámetros asociados a las variables independientes son iguales a cero, lo que supondría que dichas variables (en las cuales se acepten la hipótesis nula) no tienen influencia en el modelo. La hipótesis nula de esta prueba se rechaza si la probabilidad de la variable señalada es menor a 5%.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000569	0.003211	-0.177361	0.8594
MA(14)	0.217578	0.079809	2.726229	0.0071

Tabla 6. Prueba de significancia. (fuente: Cálculos propios)

Con la Tabla 6 se puede concluir que la variable agregada, MA(14), es estadísticamente significativa para el modelo planteado

5.5 Pronósticos y selección.

Los pronósticos se realizaron en tres horizontes de tiempo (mensual, semestral y anual) con el fin de contrastar o rechazar la hipótesis que supone superioridad por parte del modelo dinámico por factores al compararlo con un Autoregresivo integrado de media móvil.

La comparación gráfica del pronóstico realizado a doce (12) meses se puede observar en el siguiente gráfico.

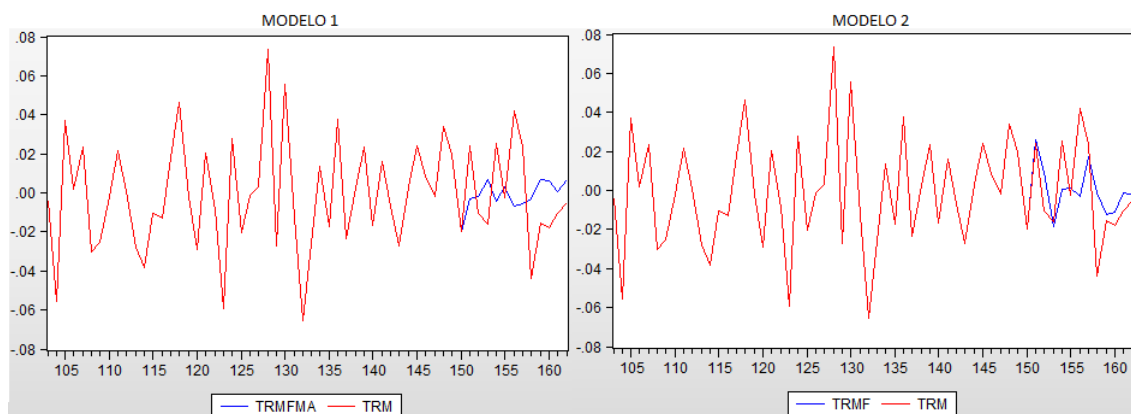


Gráfico 2. Pronósticos a 12 meses. (fuente: Cálculos propios)

Así mismo, los resultados obtenidos por el criterio de selección de Akaike son los siguientes:

Horizonte de t.	Akaike info criterion (AIC)	
	Modelo 1	Modelo 2
1 MES	-3,906259	-3,996225
6 MESES	-3,893739	-3,970988
12 MESES	-3,878831	-3,943364

Tabla 7. AIC de los 2 modelos. (fuente: Cálculos propios)

Donde:

El modelo 1 corresponde al ARIMA (0,0,14)

El modelo 2 corresponde al MDF.

De manera gráfica se puede observar una clara superioridad en las predicciones obtenidas por el modelo dinámico por factores, para un horizonte de tiempo de 12 meses (Grafico 2). Esto mismo se puede inferir de los resultados obtenidos por el criterio de elección de Akaike (Tabla 7), el cual favorece claramente al modelo 2 en los tres horizontes estudiados.

6. Conclusiones

En este trabajo se ha intentado contribuir en la amplia investigación existente en el tema de predictibilidad de los tipos de cambio. En particular, se ha evaluado la capacidad predictiva de los Modelos Dinámicos por Factores para la tasa de cambio colombiana (TRM – Peso/Dólar).

Los resultados obtenidos por el Criterio de Información de Akaike permiten confirmar la hipótesis inicial que afirman la existencia de superioridad predictiva por parte del MDF

ante la metodología utilizada por los modelos ARIMA. Esto se pudo evidenciar en los 3 horizontes de tiempos pronosticados, a pesar que en el MDF el Factor55 se encuentra rezagada solamente un periodo, lo que restringiría la predicción fuera de muestra, en la cual solo se podría realizar el pronóstico en un periodo.

Así mismo, es de esperarse que la superioridad de este tipo de modelos prevalezca en el estudio de otras variables debido a su ventaja comparativa que permitir incluir la mayor cantidad de información relevante o disponible, manteniendo una baja dimensionalidad.

Por otro lado, en este trabajo se pudo observar que los factores más relevantes en la variación de la tasa de crecimiento de la TRM, son los que están asociados a las inversiones en el mercado de capitales, donde el precio del petróleo juega un papel fundamental debido al porcentaje que representa en las exportaciones y, a la evolución de la competitividad colombiana a nivel internacional.

Para finalizar, es importante señalar que no fue posible añadir algunas variables debido a su periodicidad o confidencialidad. Sería importante realizar el mismo estudio incluyendo la totalidad de las variables disponibles por el Banco de la Republica, ya que se esperaría mejores resultados teniendo en cuenta la naturaleza de esta metodología.

Referencias

Akaike, H. (1973). *Information theory and an extension of the maximum likelihood principle*.

Akaike, H. (1974). *A New Look at the Statistical Identification Model*.

Andres Murcia y Diego Rojas. (2013). *Determinantes de la tasa de cambio en Colombia: un enfoque de*.

Arteaga, Granados y Ojeda. (2012). *El comportamiento del tipo de cambio real en Colombia: ¿Explicado por sus fundamentales?*

Balassa, B. (1964). *The Purchasing Power Parity Doctrine: A Reappraisal*.

Ben S. Bernanke and Kenneth Rogoff. (2001). *NBER Macroeconomics Annual 2000, Volumen 15*.

Bilson, J. F. (1978). *The current experience with floating exchange*.

- Calderon, C. (2004). *Un Análisis del Comportamiento del Tipo de Cambio Real en Chile*.
- Fama, E. F. (1970). *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*.
- Faruquee, H. (1995). *Long-Run Determinants of the Real Exchange Rate: A Stock-Flow*.
- Fleming, J. M. (1962). *Domestic financial policies under fixed and floating exchange rates*.
- Frenkel, J. A. (1976). *A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects of Empirical Evidence*.
- Frenkel, J. A. (1983). *Exchange Rates and International Macroeconomics*.
- Frenkel, Jacob A. and Mussa, Michael L. (1980). *The Efficiency of Foreign Exchange Markets and Measures of Turbulence*.
- Gregorio, J. and Wolf, H. (1994). *Terms of Trade, Productivity and the Real Exchange*.
- Hannan, E.J., and B.G. Quinn. (1979). *The Determination of the Order of an Autoregression*.
- Huertas, Hugo Oliveros y Carlos. (2002). *Desequilibrios nominales y Reales del Tipo de Cambio en Colombia*.
- J, W. (1985). *The Exchange Rate System*.
- J, W. (1994). *Estimating Equilibrium Exchange rates*.
- Johansen, S. (1995). *Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Auto-regressive Models*.
- Jushan Bai and Serena Ng. (2002). *Determining the Number of Factors in Approximate Factor Models*.
- K. Meese and K. Rogoff. (1983). *Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?*
- Lyons, Martin Evans and Richard K. (2002). *Informational Integration and FX Trading*.
- MacDonald, Peter B. Clark and Ronald. (1998). *Exchange Rates and economic fundamentals: A Methodological Comparison of BEERs and FEERs*.
- Mundell, R. A. (1963). *Capital mobility and stabilization policy under fixed and flexible exchange rates*.
- N., Rodrigo Caputo y Marco Nuñez. (2008). *Tipo de cambio real de equilibrio en Chile: Enfoques alternativos*.
- Samuelson, P. A. (1964). *Theoretical Notes on Trade Problems,* Review of Economics and.
- Schwarz, G. E. (1978). *Estimating the dimension of a model*.
- Stock, J.H., and M.W. Watson . (2002a). *Forecasting Using Principal Components from a Large Number of Predictors*.
- Thomas Sargent y Christopher Sims. (1977). *Business Cycle Modeling Without Pretending To Have Too Much a Priori Economic Theory*.

Apéndice 1.

Series y Métodos de conversión a estacionarias.

#	Variable	Método de conversión
1	Base Monetaria	Tasa de crecimiento
2	Cartera Comercial Tradicional	Tasa de crecimiento
3	Cartera Consumo Tradicional	Tasa de crecimiento
4	Cartera Hipotecaria Tradicional	Tasa de crecimiento
5	Cartera Hipotecaria Tradicional Ajustada	Tasa de crecimiento
6	Cartera Microcrédito Tradicional	Tasa de crecimiento
7	Colocación Consolidado	Tasa de crecimiento
8	Déficit o Superávit del Gobierno Nacional Central	Tasa de crecimiento
9	Depósitos a la Vista	Tasa de crecimiento
10	DTF	Tasa de crecimiento
11	Encaje Bancario	Tasa de crecimiento
12	Exportaciones	Tasa de crecimiento
13	IGBC	Tasa de crecimiento
14	IMACO	Tasa de crecimiento
15	Importaciones Millones Pesos	Tasa de crecimiento
16	Índice de Salarios Reales De La Industria Manufacturera (Con Tirilla)	Tasa de crecimiento
17	Índice de Salarios Reales De La Industria Manufacturera (Sin Tirilla)	Tasa de crecimiento
18	Índice de Términos De Intercambio	Tasa de crecimiento
19	Índice TCR	Tasa de crecimiento
20	IPC	Tasa de crecimiento
21	IPI	Tasa de crecimiento
22	Precio de la plata	Tasa de crecimiento
23	M1	Tasa de crecimiento
24	M2	Tasa de crecimiento
25	M3	Tasa de crecimiento
26	Monto Transado Mercado De Forward	Tasa de crecimiento
27	Posición De Apalancamiento	Tasa de crecimiento
28	Precio del oro	Tasa de crecimiento
29	Prime	Tasa de crecimiento
30	Remesas De Trabajadores En Colombia	Tasa de crecimiento
31	Reservas Internacionales Brutas	Tasa de crecimiento
32	Tasa De Desempleo	Tasa de crecimiento
33	Tasa De Empleo	Tasa de crecimiento
34	Tasa Interbancaria	Tasa de crecimiento
35	Total Cartera Bruta Sin Ajuste Por Titularización	Tasa de crecimiento
36	UVR (promedio mensual)	Tasa de crecimiento
37	WTI	Tasa de crecimiento

Tabla A1. Series y métodos de conversión utilizados.

Anexo 1. Regresiones con factores rezagados diferentes periodos de tiempo

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000518	0.002726	-0.189902	0.8496
F11(-1)	-0.008571	0.034594	-0.247747	0.8047
F22(-1)	0.014476	0.034594	0.418441	0.6762
F33(-1)	-0.016666	0.034972	-0.476547	0.6344
F44(-1)	-0.088999	0.034624	-2.570435	0.0111
F55(-1)	0.030348	0.034592	0.877313	0.3817
F66(-1)	0.034179	0.034716	0.984545	0.3264
F77(-1)	-0.025516	0.034676	-0.735831	0.4630

Tabla A2. Regresión con los factores rezagados 1 periodos. (fuente: Cálculos propios)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000793	0.002767	-0.286534	0.7749
F11(-3)	0.031381	0.034899	0.899179	0.3700
F22(-3)	-0.010694	0.035000	-0.305532	0.7604
F33(-3)	-0.040881	0.035434	-1.153744	0.2504
F44(-3)	-0.000290	0.035069	-0.008272	0.9934
F55(-3)	-0.034349	0.035031	-0.980533	0.3284
F66(-3)	-0.005013	0.035149	-0.142621	0.8868
F77(-3)	-0.075405	0.035012	-2.153688	0.0329

Tabla A3. Regresión con los factores rezagados 3 periodos. (fuente: Cálculos propios)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000655	0.002818	-0.232509	0.8165
F11(-6)	0.014864	0.035250	0.421656	0.6739
F22(-6)	0.000497	0.035443	0.014014	0.9888
F33(-6)	-0.068774	0.035832	-1.919318	0.0569
F44(-6)	0.026876	0.035629	0.754342	0.4518
F55(-6)	0.018939	0.035368	0.535491	0.5931
F66(-6)	-0.062970	0.035525	-1.772579	0.0784
F77(-6)	-0.001167	0.035369	-0.032990	0.9737

Tabla A4. Regresión con los factores rezagados 6 periodos. (fuente: Cálculos propios)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000723	0.002805	-0.257667	0.7970
F11(-7)	-0.072164	0.035244	-2.047584	0.0424
F22(-7)	0.003137	0.035170	0.089194	0.9290
F33(-7)	0.002406	0.035757	0.067299	0.9464
F44(-7)	0.069880	0.035504	1.968248	0.0509
F55(-7)	-0.018475	0.035094	-0.526447	0.5994
F66(-7)	-0.059340	0.035386	-1.676942	0.0957
F77(-7)	-0.019441	0.035115	-0.553628	0.5807

Tabla A5. Regresión con los factores rezagados 7 periodos. (fuente: Cálculos propios)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000683	0.002940	-0.232204	0.8167
F11(-11)	0.025109	0.036664	0.684832	0.4946
F22(-11)	-0.061951	0.036565	-1.694285	0.0924
F33(-11)	0.029241	0.037194	0.786184	0.4331
F44(-11)	0.016426	0.036978	0.444219	0.6576
F55(-11)	-0.018752	0.036330	-0.516170	0.6065
F66(-11)	-0.020727	0.036626	-0.565911	0.5723
F77(-11)	-0.018310	0.036567	-0.500737	0.6173

Tabla A6. Regresión con los factores rezagados 11 periodos. (fuente: Cálculos propios)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000434	0.002974	-0.145851	0.8842
F11(-14)	0.005849	0.036701	0.159380	0.8736
F22(-14)	0.042320	0.036645	1.154858	0.2501
F33(-14)	0.052306	0.037682	1.388085	0.1673
F44(-14)	-0.052384	0.037383	-1.401275	0.1633
F55(-14)	0.005815	0.036362	0.159926	0.8732
F66(-14)	0.045143	0.036696	1.230212	0.2207
F77(-14)	0.016283	0.036747	0.443124	0.6584

Tabla A7. Regresión con los factores rezagados 14 periodos. (fuente: Cálculos propios)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.001873	0.002957	-0.633350	0.5276
F11(-18)	0.047880	0.035989	1.330391	0.1856
F22(-18)	0.018246	0.035994	0.506915	0.6130
F33(-18)	-0.070322	0.037188	-1.891011	0.0607
F44(-18)	0.005065	0.036831	0.137519	0.8908
F55(-18)	-0.049131	0.036268	-1.354670	0.1778
F66(-18)	0.016678	0.036256	0.460009	0.6462
F77(-18)	-0.025746	0.036362	-0.708042	0.4801

Tabla A8. Regresión con los factores rezagados 18 periodos. (fuente: Cálculos propios)

Anexo 2. Graficas de los factores estimados.

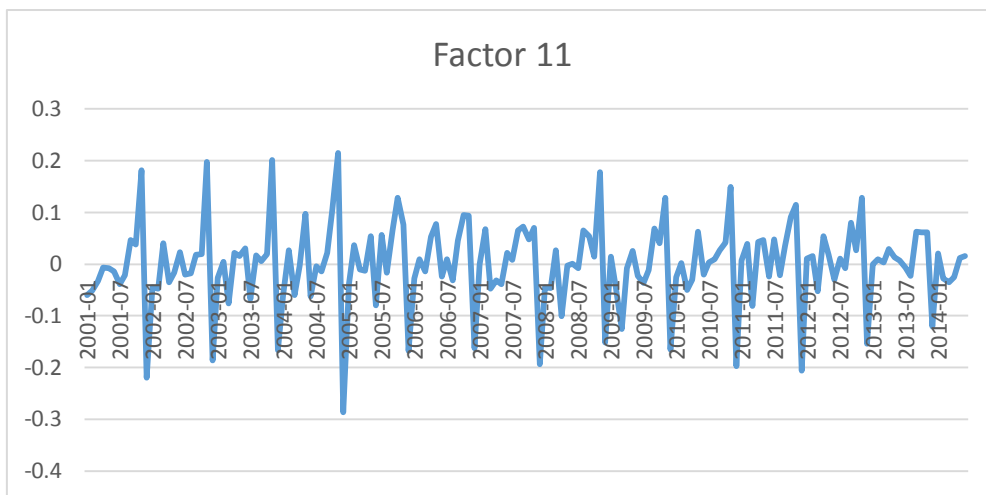


Grafico A1. (Fuente: Cálculos propios)

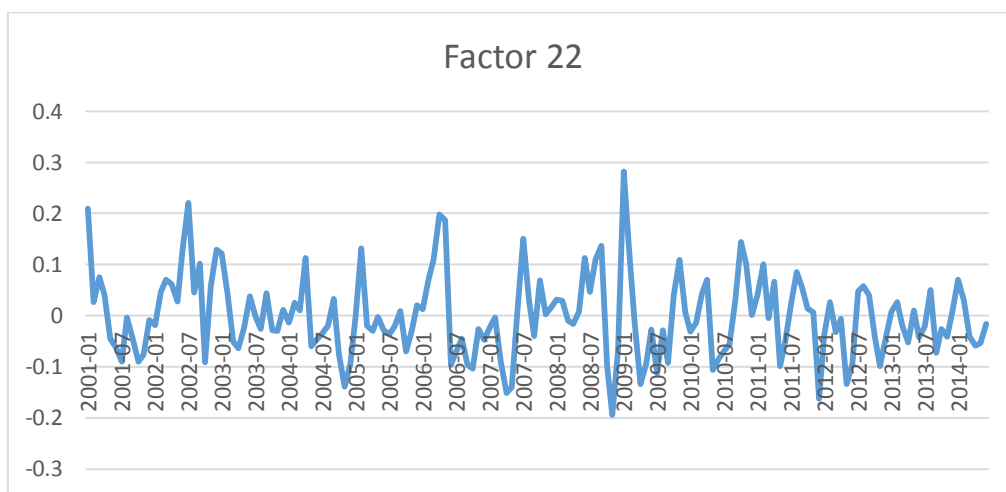


Grafico A2. (Fuente: Cálculos propios)

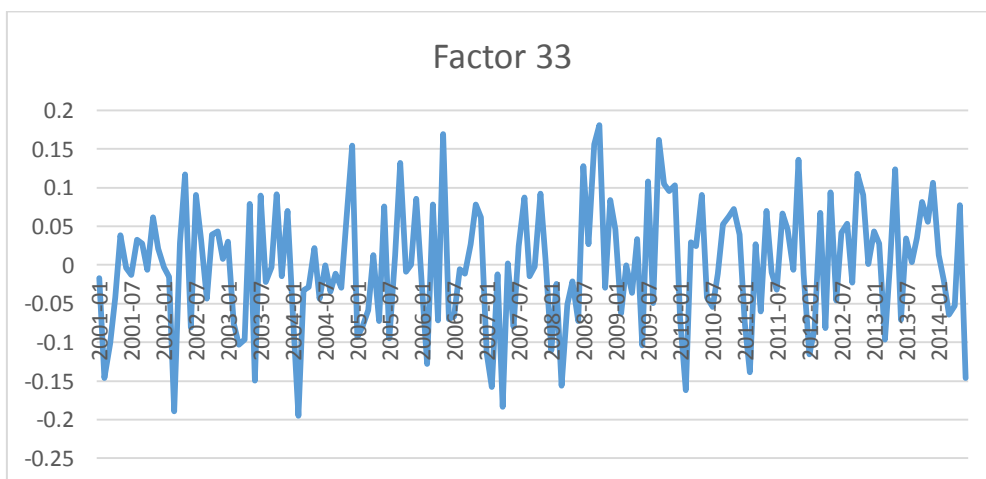


Grafico A3. (Fuente: Cálculos propios)

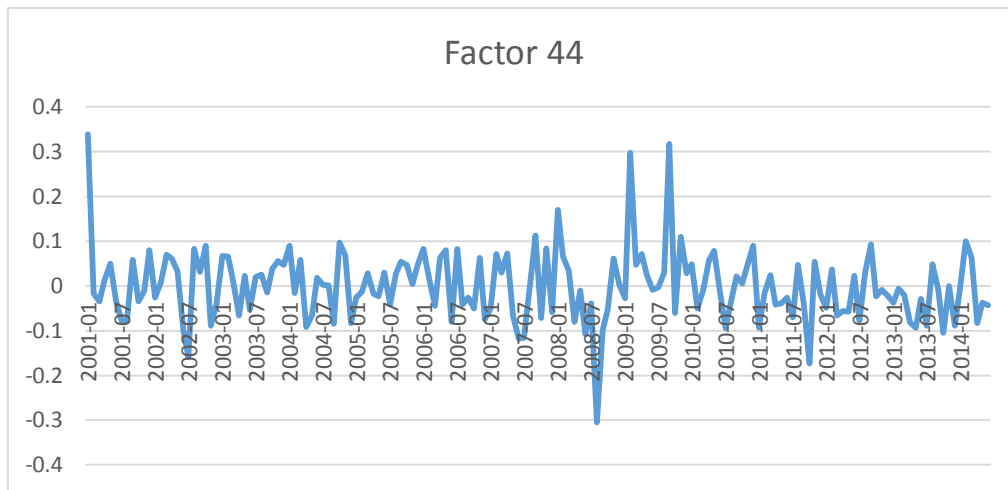


Grafico A4. (Fuente: Cálculos propios)

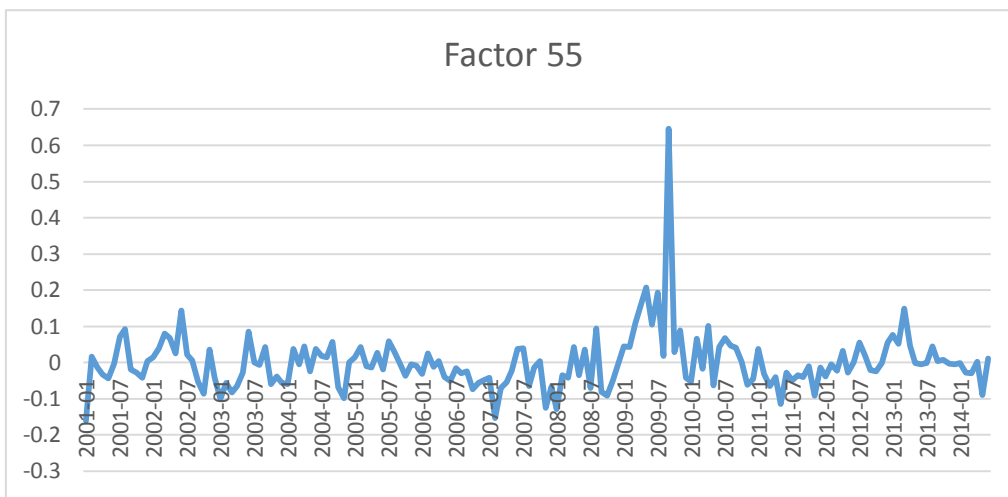


Grafico A5. (Fuente: Cálculos propios)

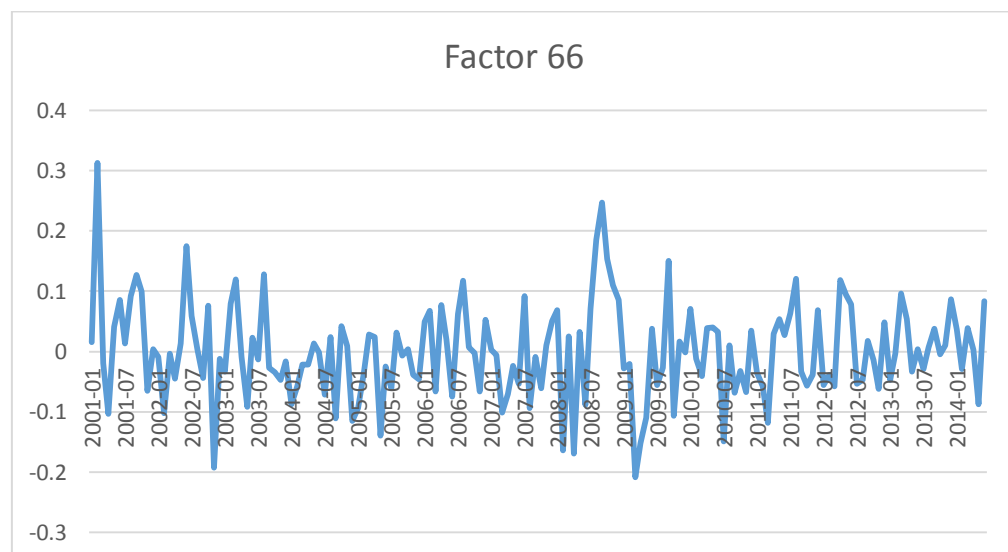


Grafico A6. (Fuente: Cálculos propios)

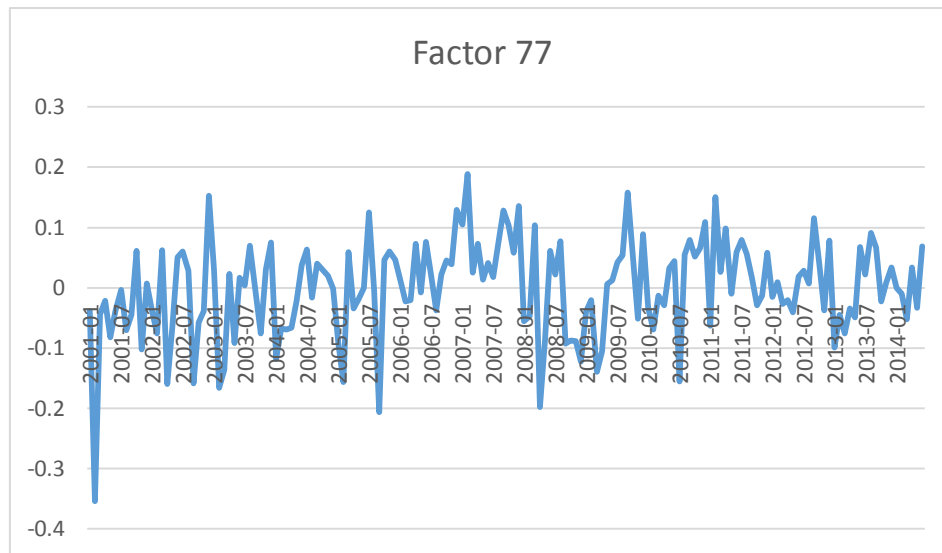


Grafico A7. (Fuente: Cálculos propios)

Anexo 2. Regresiones y criterios de selección para los tres horizontes de tiempo estudiados.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.001802	0.002685	-0.670851	0.5035	C	-0.000491	0.003233	-0.151757	0.8796
F11(-7)	-0.070400	0.034448	-2.043650	0.0429	MA(14)	0.218966	0.080138	2.732349	0.0070
F22(-11)	-0.059126	0.034343	-1.721636	0.0874					
F33(-14)	0.085745	0.036275	2.363781	0.0195					
F44(-1)	-0.113544	0.035157	-3.229644	0.0016					
F55(-18)	-0.023917	0.034066	-0.702085	0.4838					
F66(-6)	-0.084170	0.035878	-2.346011	0.0204					
F77(-3)	-0.123950	0.037069	-3.343789	0.0011					
R-squared	0.239873	Mean dependent var	-0.001700		R-squared	0.047879	Mean dependent var	-0.000489	
Adjusted R-squared	0.200459	S.D. dependent var	0.035709		Adjusted R-squared	0.041891	S.D. dependent var	0.034845	
S.E. of regression	0.031930	Akaike info criterion	-3.996225		S.E. of regression	0.034107	Akaike info criterion	-3.906259	
Sum squared resid	0.137636	Schwarz criterion	-3.830471		Sum squared resid	0.184967	Schwarz criterion	-3.867981	
Log likelihood	293.7301	Hannan-Quinn criter.	-3.928871		Log likelihood	316.4539	Hannan-Quinn criter.	-3.890717	
F-statistic	6.085974	Durbin-Watson stat	2.056298		F-statistic	7.995614	Durbin-Watson stat	1.750104	
Prob(F-statistic)	0.000003				Prob(F-statistic)	0.005292			

Tabla A8. Estimación Output a 1 mes. MDF VS ARIMA.(Fuente: Cálculos propios).

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.001384	0.002767	-0.500265	0.6177	C	2.61E-05	0.003324	0.007845	0.9938
F11(-7)	-0.070326	0.035022	-2.008063	0.0467	MA(14)	0.226785	0.081347	2.787876	0.0060
F22(-11)	-0.060922	0.034860	-1.747616	0.0829					
F33(-14)	0.084516	0.037149	2.275084	0.0245					
F44(-1)	-0.113178	0.036234	-3.123493	0.0022					
F55(-18)	-0.023233	0.034593	-0.671613	0.5030					
F66(-6)	-0.082770	0.036398	-2.274027	0.0246					
F77(-3)	-0.123518	0.037586	-3.286288	0.0013					
R-squared	0.238474	Mean dependent var	-0.001299		R-squared	0.051625	Mean dependent var	-9.54E-05	
Adjusted R-squared	0.197469	S.D. dependent var	0.036061		Adjusted R-squared	0.045466	S.D. dependent var	0.035123	
S.E. of regression	0.032305	Akaike info criterion	-3.970988		S.E. of regression	0.034315	Akaike info criterion	-3.893739	
Sum squared resid	0.135667	Schwarz criterion	-3.801292		Sum squared resid	0.181336	Schwarz criterion	-3.854638	
Log likelihood	281.9982	Hannan-Quinn criter.	-3.902028		Log likelihood	305.7116	Hannan-Quinn criter.	-3.877858	
F-statistic	5.815707	Durbin-Watson stat	2.046971		F-statistic	8.382972	Durbin-Watson stat	1.750406	
Prob(F-statistic)	0.000007				Prob(F-statistic)	0.004338			

Tabla A9. Estimación Output a 6 mes. MDF VS ARIMA. (Fuente: Cálculos propios).

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.001725	0.002864	-0.602352	0.5480
F11(-7)	-0.072777	0.035809	-2.032382	0.0443
F22(-11)	-0.057846	0.035684	-1.621092	0.1075
F33(-14)	0.076034	0.038161	1.992471	0.0485
F44(-1)	-0.115258	0.037194	-3.098801	0.0024
F55(-18)	-0.023139	0.035152	-0.658256	0.5116
F66(-6)	-0.085471	0.037279	-2.292732	0.0235
F77(-3)	-0.126547	0.038518	-3.285371	0.0013
R-squared	0.239818	Mean dependent var	-0.001829	
Adjusted R-squared	0.196904	S.D. dependent var	0.036504	
S.E. of regression	0.032714	Akaike info criterion	-3.943364	
Sum squared resid	0.132702	Schwarz criterion	-3.768648	
Log likelihood	268.2620	Hannan-Quinn criter.	-3.872367	
F-statistic	5.588393	Durbin-Watson stat	2.063933	
Prob(F-statistic)	0.000013			

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000491	0.003457	-0.142072	0.8872
MA(14)	0.243933	0.082280	2.964673	0.0035
R-squared	0.058538	Mean dependent var	-0.000514	
Adjusted R-squared	0.052177	S.D. dependent var	0.035501	
S.E. of regression	0.034563	Akaike info criterion	-3.878831	
Sum squared resid	0.176799	Schwarz criterion	-3.838689	
Log likelihood	292.9123	Hannan-Quinn criter.	-3.862522	
F-statistic	9.202381	Durbin-Watson stat	1.723811	
Prob(F-statistic)	0.002855			

Tabla A10. Estimación Output a 6 mes. MDF VS ARIMA. (Fuente: Cálculos propios).