

TIPO DE CAMBIO NOMINAL CHILENO: PREDICCIÓN BASADA EN ANÁLISIS TÉCNICO*

Ana María Abarca G.**

Felipe Alarcón G.**

Pablo Pincheira B.***

Jorge Selaive C.***

I. INTRODUCCIÓN

La literatura de microestructura del mercado cambiario sugiere que la dinámica del tipo de cambio estaría determinada no solo por fundamentos macroeconómicos sino también por elementos y variables de tipo microeconómico.¹ Estas últimas se relacionan con la manera en que se realiza el intercambio de divisas, con los flujos de órdenes emanados por los agentes participantes, y con herramientas y variables que forman parte del análisis técnico (Evans y Lyons, 2002). En efecto, numerosos trabajos han documentado, para las principales monedas, éxito en la proyección de retornos cambiarios a través de reglas técnicas (Taylor y Allen, 1992; Levich y Thomas, 1993; Nelly, 1997, entre otros).

También existe alguna evidencia para economías emergentes. De Zwart et al. (2007) reportan retornos significativos a través de estrategias técnicas de inversión para seis monedas de economías emergentes, entre ellas el peso chileno. Asimismo, los autores encuentran que ponderar fundamentos y análisis técnico mejora sustancialmente ambas alternativas tomadas en forma individual al predecir retornos cambiarios. Por una línea similar, pero poniendo el foco en las oportunidades de retorno en exceso que pueden generar las intervenciones cambiarias en el mercado contado, Martin (2001) encuentra retornos por sobre los costos de transacción para doce economías en desarrollo, entre ellas Chile. Por otro lado, Lee, Gleason y Mathur (2001) reportan que reglas basadas en análisis técnico pueden llevar a exceso de retornos en cuatro economías latinoamericanas. En este caso, para el peso chileno,

los autores no encuentran capacidad predictiva en el período noviembre 1995-agosto 1999.

El análisis técnico es parte de las herramientas que guían las decisiones de intercambio entre agentes participantes del mercado cambiario. Sus principios básicos son los siguientes: (i) toda la información relevante se encuentra contenida en los precios históricos de un activo; (ii) el precio de los activos se mueve siguiendo patrones o tendencias; (iii) la historia tiende a repetirse (Nelly, 1997).

El análisis técnico entregaría mecanismos e indicadores capaces de anticipar movimientos de los activos en el corto plazo. En ese contexto, los enfoques de fundamentos y del análisis técnico resultarían, para la literatura de la microestructura, en paradigmas complementarios en el entendimiento de la dinámica del tipo de cambio.²

La evidencia de sondeos internacionales muestra que los agentes que mantienen posiciones por horizontes largos se basarían principalmente en la evaluación de variables fundamentales (Allen y Taylor, 1990). En cambio, las posiciones de muy corto plazo, que pueden durar desde horas hasta semanas, estarían

* Se agradecen las sugerencias y comentarios de Beltrán De Ramón, Esteban Jadresic, Rodrigo Valdés y dos árbitros anónimos, así como los de los asistentes al seminario interno del Banco Central de Chile. Las opiniones vertidas aquí son de responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco Central de Chile.

** Gerencia de Mercados Financieros, Banco Central de Chile. E-mails: amabarca@bcentral.cl; lalarcon@bcentral.cl.

*** Gerencia de Investigación Económica, Banco Central de Chile. E-mails: ppinchei@bcentral.cl; jselaive@bcentral.cl.

¹ Meese y Rogoff (1983), junto a una larga literatura posterior, muestran que resulta muy difícil que proyecciones del tipo de cambio basadas en fundamentos sean en promedio más precisas que aquellas provenientes de un camino aleatorio.

² Cowan, Rappoport y Selaive (2007) presentan un modelo de frecuencia diaria para explicar la dinámica del tipo de cambio nominal. Dichos autores no realizan ejercicios de predicción dado que su objetivo es entender los factores que explican la variabilidad de la paridad en forma contemporánea. De esta manera, tal estudio resulta complementario al presente trabajo.

influenciadas —en forma complementaria— por decisiones basadas en análisis técnico.

No obstante, se observa que el análisis técnico provee reglas que, en su conjunto, dan un gran margen de discrecionalidad a cada analista. Por otro lado, la aplicación de estas reglas conlleva un proceso de aprendizaje, por lo que no todos los analistas técnicos manejan un mismo nivel o repertorio de reglas mecánicas.

Más allá de los márgenes de discrecionalidad en la aplicación del análisis técnico, esta metodología es utilizada en la práctica. De hecho, no resulta extraño encontrar en la prensa justificaciones de los movimientos del tipo de cambio basadas en argumentos que son propios del análisis técnico. Estas explicaciones suelen aludir a cambios de soporte técnico, toma de ganancias o, más generalmente, toma de posiciones por parte de agentes que, utilizando herramientas de análisis técnico, realizan actividad especulativa.

Frente a esta realidad, este documento representa un esfuerzo sistemático para evaluar la capacidad predictiva de una medida de análisis técnico seleccionada. El trabajo no busca explorar la eficiencia del mercado cambiario, toda vez que no se realizan ajustes por costos de transacción ni por riesgo en estrategias de inversión basadas en medidas de análisis técnico. Más bien, los ejercicios de predictibilidad están orientados simplemente a evaluar si la información contenida en una medida de análisis técnico seleccionada es útil para mejorar la precisión promedio de las proyecciones del tipo de cambio nominal chileno. Esta es una medida relevante, por ejemplo, para una entidad como un banco central, que no tiene como objetivo principal obtener beneficios pecuniarios como resultado de la compra y venta de dólares, sino que pretende obtener una proyección precisa del desenvolvimiento del mercado cambiario con el objeto de incorporar esta información al momento de evaluar diferentes opciones de política monetaria.

Este objetivo central es complementado con uno secundario que consiste en la revisión de las principales medidas utilizadas por analistas técnicos. El artículo analiza las ideas básicas que se encuentran detrás de la aplicación de estas técnicas y presenta un resumen de algunas reglas e indicadores.

El trabajo se ha organizado de la siguiente manera. La segunda sección presenta las principales medidas de análisis técnico ejemplificadas para la paridad peso-dólar. La tercera sección presenta un análisis de capacidad predictiva dentro de muestra para una de las medidas de análisis técnico discutidas (Índice de Fuerza Relativa). Cabe señalar que la evaluación empírica se realiza en frecuencias diarias para la paridad peso-dólar durante el período Enero 2000-Abril 2006. La cuarta sección realiza una evaluación predictiva similar a la anterior, pero esta vez con un ejercicio fuera de muestra. La quinta sección comenta los resultados de los ejercicios predictivos a la luz de la hipótesis de mercados eficientes. La última sección concluye.

II. MEDIDAS Y HERRAMIENTAS DEL ANÁLISIS TÉCNICO

Existe una amplia variedad de indicadores y métodos de identificación y seguimiento de patrones en el análisis técnico. Entre varias otras reglas mecánicas, destacan las *reglas de filtro* que aconsejan comprar (vender) un activo cuando este aumenta (disminuye) un cierto porcentaje desde su mínimo (máximo) previo local; cruces de medias móviles de distintos plazos e indicadores que sugieren comprar o vender un activo cuando el índice adquiere valores cercanos a los extremos definidos por el analista técnico.

El ámbito del análisis técnico se subdivide en dos grandes áreas: análisis gráfico o *chartismo* y análisis de indicadores. La primera tiende a incluir en el análisis consideraciones subjetivas, careciendo de la aplicación de una metodología en extremo rigurosa, ya que incluye tareas como la identificación de patrones gráficos que indicarían comportamientos futuros predecibles. Dentro del segundo grupo se encuentran, entre otras técnicas, la aplicación de reglas mecánicas y el seguimiento de indicadores, cuyo fundamento se acerca de manera más rigurosa a principios ligados a la estadística.

1. Tendencia, Canales, y Soportes y Resistencias

Hay múltiples patrones gráficos de diversa dificultad de descubrir y comprender, patrones que, de acuerdo con el análisis técnico, tendrían la capacidad de anticipar

GRÁFICO 1

Tendencias en el Análisis Técnico



Fuente: Bloomberg.

GRÁFICO 2

Canales en el Análisis Técnico



Fuente: Bloomberg.

o anunciar cambios de tendencia o consolidación de ellas. Antes de entrar a analizar algunos de estos patrones es necesario comprender algunos conceptos básicos del análisis gráfico: tendencias, canales, y soportes y resistencias.

Tendencias

En análisis técnico se entiende por tendencia el patrón establecido por la serie de precios históricos o la

dirección de los precios del mercado de un activo. Los mercados no se moverían en línea recta sino que lo harían en forma de zigzag. Estos zigzags representarían una serie de altos y bajos sucesivos, cuya dirección constituye lo que el analista técnico denomina tendencia del mercado. Varias de las herramientas usadas por el analista técnico tendrían por objeto identificar la dirección de la tendencia, medir su fuerza y cuantificar su amplitud. Una tendencia en particular puede encontrarse dentro de un espacio temporal corto, mediano o largo. Existirían tres tipos de tendencias: alcista, bajista y lateral.

Tendencia alcista: Se forma por una serie de máximos sucesivos, cada uno de los cuales va alcanzando un nivel superior al anterior, y los mínimos sucesivos también van siendo mayores que los anteriores.

Tendencia bajista: Se forma por una serie de mínimos sucesivos, cada uno de los cuales va alcanzando un nivel inferior al anterior, y los máximos también van siendo sucesivamente menores que los anteriores.

Tendencia lateral: Se produce cuando los máximos y los mínimos no muestran una tendencia creciente o decreciente definida, es decir, se encuentran en un plano relativamente horizontal con respecto a los anteriores.

El gráfico 1 muestra algunas tendencias alcistas, bajistas y laterales del tipo de cambio peso/dólar entre los años 2001 y 2007.

Canales

El canal es una derivación de las líneas de tendencia. Los precios se moverían en tendencia entre dos líneas paralelas, la línea de tendencia básica y una línea paralela formando un canal. Este canal, al igual que las tendencias, puede ser bajista, alcista o lateral. El gráfico 2 presenta un ejemplo de cada uno de estos canales para la paridad peso-dólar.

Soportes y resistencias

Las líneas o niveles de soporte y resistencia estarían marcados por períodos en que los precios se mueven dentro de una tendencia o canal. El analista técnico interpreta esto como indicación de que las fuerzas de oferta y demanda se encontrarían en equilibrio. Cuando los precios se mueven fuera de este rango sería señal de que el mercado se está definiendo y muestra que una de las dos fuerzas estaría impulsando el precio en una u otra dirección. Los niveles de soporte se encuentran cuando el consenso es que los precios no declinarán más. De igual forma, los niveles de resistencia se encuentran cuando el consenso es que los precios no subirán más. La penetración o ruptura de estos niveles de resistencia o soporte indica un cambio en las expectativas de los participantes del mercado, equivalentes a un desplazamiento de las curvas de oferta o demanda del activo en cuestión. En el gráfico 2 se pueden observar soportes y resistencias. El piso del canal representa el soporte, y el techo del canal, la resistencia.

Las resistencias y los soportes cambian sus roles automáticamente cuando son traspasados. Las resistencias se vuelven soportes y los soportes se vuelven resistencias, es decir, cuando una resistencia es traspasada, automáticamente se convierte en un nuevo soporte y cuando un soporte es traspasado, automáticamente se convierte en una nueva resistencia. Los niveles de soporte y resistencia no serían estrictamente rígidos, y se consideran traspasados después de confirmarse la ruptura del nivel en dos o tres sesiones consecutivas. Los soportes y las resistencias actúan como una banda elástica que se mueve al ritmo marcado por las fuerzas de oferta y demanda del activo.

2. Indicadores de Análisis Técnico³

Entre los indicadores que utiliza el análisis técnico, se distinguen aquellos que estudian o siguen la tendencia (indicadores) y aquellos que estudian la fuerza y la velocidad con que se mueve el precio de un determinado valor (osciladores).⁴ Los indicadores que siguen la tendencia tienden a entregar información o señales erráticas cuando los precios de un activo se encuentran dentro de una tendencia lateral. Por el contrario, cuando los precios se encuentran dentro de una clara tendencia alcista o bajista los indicadores que siguen la tendencia pueden ser muy útiles desde el punto de vista del analista técnico.

Los siguientes párrafos describen dos de los principales indicadores utilizados por los analistas técnicos. A continuación de los indicadores, se describe la principal herramienta perteneciente a la familia de los osciladores, el índice de fuerza relativa (*RSI*, *Relative Strength Index*). Todas estas herramientas del análisis técnico se encuentran disponibles a través de las fuentes de información más tradicionales del sistema financiero: *Bloomberg* y *Reuters*.

Indicadores

Medias Móviles (MA, Moving Average): Las medias móviles son uno de los indicadores considerados más versátiles y frecuentemente utilizados por analistas técnicos. Una media móvil es un proceso definido en cada instante t como un promedio de un cierto número de cotizaciones pasadas de un activo. Las principales variantes de medias móviles son:

- Media móvil simple:

$$MM_3 = \frac{(Cotiz_{hoy} + Cotiz_{ayer} + Cotiz_{2\text{ días atrás}})}{3}$$

- Media móvil ponderada:

$$MM_{p3} = \frac{(3 \times Cotiz_{hoy} + 2 \times Cotiz_{ayer} + Cotiz_{2\text{ días atrás}})}{(3 + 2 + 1)}$$

- Media móvil exponencial:

$$MM_{e\text{ hoy}} = [Cotiz_{hoy} \times a] + [MM_{e\text{ ayer}} \times (1 - a)]; a = \frac{2}{(n + 1)}$$

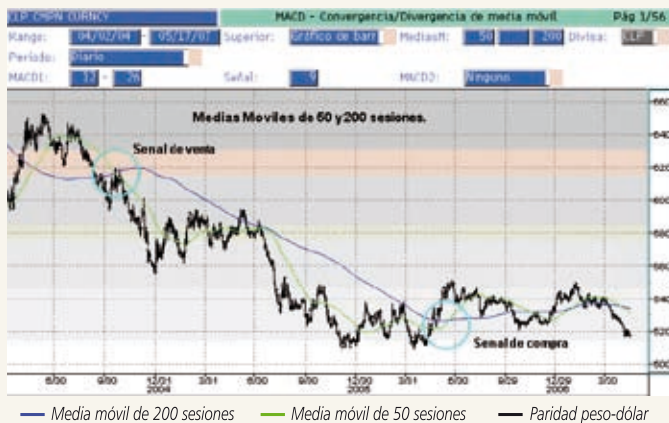
El gráfico 3 presenta, para un período seleccionado, las medias móviles de 50 y 200 sesiones de cierre del tipo de cambio peso-dólar, denominadas *50MA* y *200MA*, respectivamente. También muestra dos episodios de emisión de señales de toma de posiciones. El cruce de medias móviles indicaría momentos de compra o venta. La señal de compra se produce cuando la media móvil del período de tiempo más corto atraviesa desde abajo hacia arriba a la media móvil más larga, en tanto la señal de venta se daría cuando la media móvil corta atraviesa desde arriba hacia abajo a la media móvil larga. Aunque

³ Los gráficos de esta sección muestran, en su mayoría, la paridad peso/USD en la parte superior y el indicador correspondiente en la parte inferior.

⁴ Otros indicadores y osciladores reportados en la literatura se encuentran descritos en el apéndice y se pueden observar en los gráficos 5 a 8.

GRÁFICO 3

Paridad Peso/USD y Medias Móviles de 50 y 200 Sesiones



Fuente: Bloomberg.

GRÁFICO 4

Paridad Peso/USD vs. Indicador MACD



Fuente: Bloomberg.

las medias móviles son indicadores muy utilizados, serían seguidores de tendencia mirados por el analista cuando el mercado se encuentra con una tendencia definida (alcista o bajista).

Media Móvil Convergencia Divergencia (MACD, *Moving Average Convergence Divergence*). Este indicador se calcula restando una media móvil de 12 días con una media móvil de 26 días. El resultado es un indicador que oscila en torno a cero. Cuando el MACD es mayor que cero significa que la media de 12

días es mayor que la de 26, lo cual indica una tendencia alcista ya que muestra que los retornos “actuales” (media de 12) son más alcistas que los “previos” (media de 26). Para generar señales de compra o venta en la dirección de la tendencia principal e indicar cuándo la tendencia se encuentra en niveles sobrecomprados o sobrevendidos, el MACD se complementa con la denominada línea *Signal*. Esta última corresponde a la media móvil exponencial de la línea del MACD. La señal de compra se produce cuando la línea *Signal* corta a la línea MACD desde arriba hacia abajo; la señal de venta, cuando la línea *Signal* corta a la línea MACD desde abajo hacia arriba. El gráfico 4 destaca señales de este indicador durante el año 2005.

Formulación:

$$MACD = med(Cotiz_{12}) - med(Cotiz_{26})$$

$$Signal = med(MACD_9)$$

$med(Cotiz_n)$ es la media móvil exponencial de las cotizaciones de las últimas n sesiones y $med(MACD_9)$ es la media móvil exponencial de las últimas nueve sesiones del MACD.

Osciladores

Índice de Fuerza Relativa (RSI). El RSI es uno de los osciladores más populares en el ámbito de los operadores de moneda extranjera.⁵ Fue desarrollado por Wilder (1978) con el objetivo de contar con un indicador capaz de dar información respecto de la fuerza con

que un activo sigue o inicia una tendencia.

⁵ Una encuesta aplicada a operadores de mesa de dinero de bancos, que operan peso/dólar; reveló que el 100% de ellos utiliza análisis técnico para sus decisiones de transacción. A su vez, en la encuesta se destaca la alta importancia del RSI como una de las principales herramientas utilizadas, obteniendo un 70% de uso por parte de los operadores encuestados. Tras este oscilador se ubicaron las medias móviles con un 60% de preferencia, y el MACD y el momentum con un 50% cada uno. Otras herramientas indicadas fueron el análisis gráfico en general (chartismo), las bandas Bollinger, el ADX y el fibonacci.

Su alta popularidad se debe principalmente a la sencillez de su construcción e interpretación. Paralelamente posee bondades asociadas a la formación de patrones gráficos (*chartismo*), que en muchas ocasiones no son advertidos en el comportamiento del activo sujeto a análisis, y que sirven como señales respecto del futuro comportamiento de la tendencia del activo. Además tendría una aparente capacidad de anticipar cambios en la tendencia seguida por el activo.

Su formulación para un n dado es:⁶

$$RSI(n) = \begin{cases} 100 - \left[\frac{100}{(1+rs)} \right] & \text{con } rs = \frac{A_n}{B_n}; \text{ si } B_n > 0 \\ 100 & \text{si } B_n = 0 \end{cases}$$

A_n = Media de las variaciones del precio que resultaron positivas de los últimos n períodos.

B_n = Media de las variaciones del precio que resultaron negativas de los últimos n períodos.

A mayor n , mayor certeza de las señales, pero más lenta su generación. Por el contrario, a menor n se generan señales de manera más rápida, pero con mayor volatilidad e incertidumbre.

Así entonces, el *RSI* básicamente mide el porcentaje de veces que el precio del activo ha tenido variaciones positivas en sus últimas sesiones.

Interpretación y lectura:

Con características similares a los anteriores indicadores, pero con la diferencia de que se grafica en una escala vertical y toma valores acotados entre 0 y 100, el *RSI* va dando señales acerca de la persistencia y fortaleza de una tendencia alcista cuando el oscilador presenta valores superiores a 50 e inferiores a 70. En tanto, las señales para la continuación de una tendencia bajista se presentan cuando adquiere valores superiores a 30 e inferiores a 50.

Los movimientos del *RSI* por encima de 70 implican que el activo en cuestión se encuentra *sobrecomprado*, por lo que este oscilador advierte de una posible detención dentro de su tendencia alcista, con la posibilidad adicional de finalizar la actual tendencia dando inicio a una bajista. Por el contrario, cuando el *RSI* se mueve por debajo de 30, se considera el activo como *sobrevenido*, advirtiendo a su vez de un posible

fin de la tendencia bajista o, a lo menos, de un alto en la caída del activo.⁷ Cuanto más se aproxime a los extremos, más fuerte será la señal. Estas señales se darían con claridad en especial cuando el activo se encuentra dentro de lo que el análisis gráfico define como un *canal lateral* o *mercado lateral*, o sea cuando el activo no se encuentra claramente definido dentro de una tendencia alcista o bajista.

Cuando el *RSI* se ubica en 50, se dice que el mercado se encuentra en un *equilibrio* entre oferta y demanda, es decir, los movimientos al alza son tan fuertes como los movimientos a la baja del activo analizado.

Otra información que a veces se intenta extraer del *RSI* dice relación con la búsqueda de una divergencia, en la cual el precio del activo alcanza un nuevo máximo mientras el *RSI* no logra superar su máximo anterior. Esta divergencia sería una potente señal de una revocación inminente en la actual tendencia del activo. Similar interpretación se realiza cuando el precio del activo se encuentra en niveles mínimos y el *RSI* no logra traspasar su mínimo anterior.

Respecto de las bondades estadísticas de este indicador, es posible afirmar que presenta un comportamiento estacionario con reversión a la media, tal como se observa en el panel inferior del gráfico 5.

Resulta interesante observar que el *RSI*, si bien se encuentra acotado entre 0 y 100, empíricamente en pocas oportunidades alcanza valores por sobre 70 o por debajo de 30. Así, por ejemplo, en el mismo gráfico 5 se marcan algunos episodios en los que este indicador habría entregado señales donde el activo, en este caso la paridad peso/USD, se encontraba *sobrecomprado* y *sobrevenido*.

III. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PREDICTIVA DENTRO DE MUESTRA

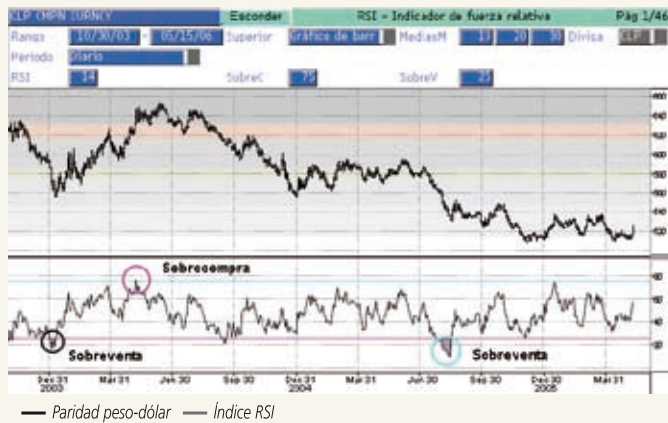
En esta sección se presenta una evaluación de la capacidad predictiva dentro de muestra de un

⁶ Dada la formulación con que está construido el *RSI*, si B_n es igual a cero, el *RSI* es igual a 100. En el caso de la muestra de *RSI* utilizada en el ejercicio de predicción de las secciones siguientes, se destaca que en ninguna de las observaciones se dio el caso extremo B_n igual a cero.

⁷ Dentro de la jerga de análisis técnico, esta situación se conoce como rebote.

GRÁFICO 5

Paridad Peso/USD vs. Indicador de Fuerza Relativa (RSI)



Fuente: Bloomberg.

indicador de análisis técnico seleccionado. Se ha optado por evaluar el *RSI* dadas sus propiedades estadísticas,⁸ su simpleza y la ya mencionada frecuencia del uso que se hace de él en el mercado cambiario nacional.

1. Evaluación Predictiva Dentro de Muestra

La aproximación base aquí seguida considera evaluar la capacidad que la información contenida en el *RSI* pueda tener para predecir el tipo de cambio. En este sentido, hay dos puntos importantes que considerar. Primero, aquí no se intenta evaluar el uso de la regla técnica asociada al *RSI* (sobre 70, vender; bajo 30, comprar). Esta regla posiblemente esté asociada a una relación no lineal entre el *RSI*,⁹ el tipo de cambio y talvez otros indicadores de análisis técnico, relación que no es el objeto de estudio en este documento. Por lo demás, y tal como se ha observado anteriormente, son escasas las ocasiones en las que el *RSI* traspasa los umbrales en los que emite señal. De esta manera, un análisis estadístico profundo de esta naturaleza se vería mermado por el reducido y aislado número de observaciones relevantes. Solo se presenta una simple regresión que considera estos umbrales en la sección fuera de muestra. Segundo, se evalúa la capacidad predictiva de tres transformaciones del *RSI*.¹⁰ Se realiza este ejercicio dado que el *RSI* es un indicador acotado entre 0 y 100 que, como variable independiente, está

asociada a apreciaciones/depreciaciones no acotadas de la paridad, que corresponde a la variable dependiente. Estas transformaciones apuntan a aminorar cualquier sesgo implícito en los diferentes soportes de las variables dependientes e independientes.

Es importante mencionar que la variable *RSI* corresponde al cierre del día y se encuentra disponible en tiempo real. Dado que incorpora precios hasta el instante t , no contiene información futura de los precios de cierre. Esto asegura que los ejercicios de capacidad predictiva, tanto dentro como fuera de muestra, simulen correctamente un ejercicio de predicción en tiempo real.

La primera estimación que se realiza es la siguiente:

$$R_{t+k} = \alpha + \beta_k RSI_t + \varepsilon_{t+1,t+k}$$

Se dispone de una serie diaria para el período 3/1/2000-28/4/2006 y se analizan los retornos del tipo de cambio peso-dólar interbancario. La variable dependiente corresponde a la variación logarítmica del tipo de cambio interbancario a distintos horizontes. La variable independiente corresponde al nivel del Índice de Fuerza Relativa. Los resultados para varios horizontes se encuentran en la primera fila de los dos paneles de valores p reportados en el cuadro 1.

Se observa capacidad predictiva para todos los horizontes examinados tanto del indicador construido con las últimos 14 precios de cierre (*RSI 14d*) como con los últimos 30 precios de cierre (*RSI 30d*).

Alternativamente, dado que el *RSI* es un indicador positivo, se estima también la capacidad predictiva

⁸ Resulta particularmente importante su comportamiento estacionario con reversión a la media. Son bastante conocidos los problemas de trabajar con series no estacionarias en la evaluación de capacidad predictiva (Mark, 1995).

⁹ Es posible argumentar que si la relación no lineal entre retornos del tipo de cambio y el *RSI* es suficientemente suave, entonces una aproximación de primer orden capturaría una parte significativa de la dinámica entre estas variables. Con este argumento se considera que la detección de capacidad predictiva del *RSI* en la formulación lineal se podría extender a una formulación no lineal y suave.

¹⁰ Todas las transformaciones evaluadas son estacionarias bajo los tests de raíz unitaria tradicionales.

CUADRO 1

Capacidad predictiva de distintas transformaciones del RSI: Plazos 14 y 30 días

RSI 14 días		Horizonte predictivo en días					
Variable	2	4	6	8	14	28	35
RSI	0.002***	0.000***	0.001***	0.001***	0.003***	0.006***	0.008***
log(RSI)	0.002***	0.000***	0.001***	0.001***	0.003***	0.005***	0.006***
log(RSI/(100-RSI))	0.002***	0.000***	0.001***	0.001***	0.003***	0.005***	0.007***
RSI 30 días		Horizonte predictivo en días					
Variable	2	4	6	8	14	28	35
RSI	0.004***	0.002***	0.002***	0.003***	0.008***	0.013**	0.017**
log(RSI)	0.005***	0.002***	0.003***	0.004***	0.010***	0.013**	0.017**
log(RSI/(100-RSI))	0.004***	0.002***	0.002***	0.003***	0.008***	0.011**	0.016**

Fuente: Elaboración de los autores.

Nota: ** significativo al 5%; *** significativo al 1%. Errores estándar de acuerdo a Newey-West (1987).

del $\log(RSI)$, que, en teoría, podría tomar valores negativos, a través de la siguiente especificación simple:

$$R_{t+k} = \alpha + \beta_k \log(RSI_t) + \varepsilon_{t+1,t+k}$$

El cuadro 1 presenta, en la segunda fila de cada panel, estimaciones para distintos plazos tomando como variables explicativas el *RSI 14d* y el *RSI 30d*.¹¹

Se observa que tanto el *RSI 14d* como el *RSI 30d* tienen alta significancia dentro de muestra para todos los horizontes examinados. Por último, se realiza un ejercicio que evalúa una transformación no acotada del *RSI* correspondiente a $\log(RSI/(100-RSI))$ para el indicador a 14 y 30 días. Específicamente, se realiza la siguiente estimación:

$$R_{t+k} = \alpha + \beta_k \log(RSI_t/(100 - RSI_t)) + \varepsilon_{t+1,t+k}$$

Los resultados predictivos se presentan en el cuadro 1, tercera fila de ambos paneles. Nuevamente se confirma la capacidad predictiva del indicador para todos los horizontes.

IV. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PREDICTIVA FUERA DE MUESTRA

Los resultados del cuadro 1 muestran que el Índice de Fuerza Relativa contendría información predictiva de los retornos del tipo de cambio nominal. Si bien este resultado sugiere predictibilidad, está sujeto a las

tradicionales críticas que habitualmente cuestionan la validez de los ejercicios predictivos llamados “dentro de muestra”. Estas críticas apuntan en dos direcciones principales. Primero, la práctica usual econométrica “dentro de muestra” enfrenta los peligros de un sobreajuste (*overfitting*) inducido por un proceso de búsqueda incesante de significancia estadística sobre una misma muestra. Este problema se suele denominar *data mining-induced overfitting*. Ver, por ejemplo, Clark (2004). Como resultado de esta práctica, el econometrista puede terminar identificando un modelo econométrico que solo tenga validez para la muestra específica bajo análisis, pero que sea una pobre aproximación al verdadero proceso de generación de datos. En segundo lugar, un ejercicio “dentro de muestra” no simula correctamente la realidad de un ejercicio predictivo a tiempo real, donde la muestra utilizada para estimar el modelo es distinta a la utilizada para su evaluación predictiva.

Frente a estas críticas, por lo general la literatura responde con ejercicios de predictibilidad “fuera de muestra”, que si bien subsanan total o parcialmente las críticas anteriores, presentan como debilidad la necesidad de dividir las muestras en dos ventanas complementarias llamadas de predicción y estimación. Inoue y Kilian (2002) argumentan que el hecho de dividir la muestra disponible en estas dos ventanas reduce la potencia de los tests utilizados en comparación con los ejercicios “dentro de muestra”, pues la estimación se realiza con un número menor de observaciones.

Independientemente de qué tipo de análisis pueda ser el más adecuado, en este documento se sigue también la línea de la literatura que considera los ejercicios “fuera de muestra” como válidos y tal vez como los más exigentes al momento de evaluar predictibilidad.

1. Formulación Econométrica

Usando una formulación muy similar a la de Mark (1995), el ejercicio de predictibilidad fuera de muestra busca comparar los dos modelos siguientes:

$$H_A: R_{t+k} = \alpha_k + \beta_k x_t + \varepsilon_{t,t+k} \quad (1)$$

$$H_0: R_{t+k} = \varepsilon_{t+1,t+k} \quad (2)$$

donde R_t representa el cambio del logaritmo natural del tipo de cambio nominal interbancario en el instante t , $\varepsilon_{t+1,t+k}$ es una perturbación aleatoria no correlacionada con información previa al instante t y que, por lo general, sigue un proceso $MA(k-1)$.

Cabe señalar que la hipótesis nula impone que ambos coeficientes, α_k y β_k son nulos, lo que significa que el retorno del tipo de cambio k períodos hacia delante se reduce a una perturbación aleatoria, absolutamente impredecible.

Por su parte, x_t es un regresor exógeno construido con información disponible solo hasta el instante t . El interés se centra en evaluar la capacidad predictiva de tres regresores distintos expresados en forma logarítmica.¹² Así en el primer ejercicio x_t representa al logaritmo natural del *RSI*,¹³ variable que se denomina simplemente $\log(RSI)$. En un segundo ejercicio, se evalúa la capacidad predictiva del *RSI* cuando toma valores superiores a 70, por lo que x_t es el logaritmo natural del *RSI* multiplicada por una *dummy* que toma el valor 1 si el *RSI* es mayor que 70, y el valor cero en caso contrario. Esta variable se denomina $\log(RSI)_{70}$. Finalmente, se considera la capacidad predictiva del *RSI* cuando toma valores menores de 30. En este caso, x_t es el logaritmo del *RSI* multiplicado por una *dummy* que es 1 si el *RSI* es menor de 30, y cero en caso contrario. A esta variable se la denota por $\log(RSI)_{30}$. También se observa que el modelo (2) es una versión generalizada de un camino aleatorio.

Debido a que los modelos en comparación son anidados, el tradicional test de Diebold y Mariano (1995) y West (1996) no sigue una distribución normal estándar bajo

la nula, y sus valores críticos no son de cálculo directo, ver McCracken (2004). De esta manera se prefiere no utilizar este popular test, y en cambio se utilizan dos estadísticos distintos: el test propuesto por Clark y West (2006) y un test de cambio de dirección propuesto por Pesaran y Timmerman (1992), pero calculado de acuerdo a Pincheira (2006). El estadístico *core* del test de Clark y West (CW) se escribe como sigue:

$$CW: 2(R_{t+k})(\hat{e}_{t,t+k})$$

donde $\hat{e}_{t,t+k}$ representa el predictor de R_{t+k}

Por su parte, el estadístico *core* del test de cambio de dirección es *DA*:

$$DA: \text{signo}\{(R_{t+k})(\hat{e}_{t,t+k})\}$$

donde $\text{Signo}(x) = 1$ si $x > 0$ y $\text{Signo}(x) = -1$ si $x < 0$

Debidamente normalizados y bajo supuestos razonables, ambos estadísticos siguen una distribución normal estándar bajo la nula.¹⁴ Por otro lado, y dado que bajo la hipótesis alternativa los estadísticos *core* deberían ser positivos, se opta por realizar pruebas de una sola cola.

Una interpretación útil detrás del test de Clark y West (2006) se encuentra en Pincheira (2006) y señala que el rechazo de la hipótesis nula mediante este test implica la existencia de un *factor de reducción*¹⁵

¹¹ El *RSI 14d* y el *RSI 30d* corresponden a los índices construidos con los últimos 14 y 30 precios de cierre del tipo de cambio interbancario, respectivamente. La sección anterior explica la construcción del *RSI*.

¹² El análisis dentro de muestra sugiere que la información predictiva del *RSI* se puede detectar usando cualquiera de las tres transformaciones discutidas en la sección III. Este hecho motiva que se considere solo la especificación logarítmica en los ejercicios fuera de muestra.

¹³ Para este ejercicio fuera de muestra, se considera el *RSI* a 14 días. Se observa que los resultados presentados son muy similares con o sin transformación logarítmica sobre el *RSI*.

¹⁴ En estricto rigor, el test del signo sigue una distribución normal estándar en un ejercicio predictivo que evalúa proyecciones un paso hacia delante. Es posible que, para proyecciones a más de un horizonte hacia delante, la aproximación normal tenga problemas de tamaño (error de tipo I). En todo caso, se observa que el test de Clark y West es asintóticamente normal para cualquier horizonte de evaluación.

¹⁵ Existe una amplia literatura que analiza el rol de la reducción de parámetros estimados con el objeto de reducir la varianza de la estimación. *Shrinkage estimators* es el término usado en inglés para referirse a esta literatura.

determinístico con el cual el error cuadrático medio del modelo alternativo siempre será menor al del modelo nulo. La interpretación del test DA es directa, pues simplemente evalúa la capacidad de predicción de los cambios de dirección de los retornos del tipo de cambio. Por último, el cálculo de la varianza de los estadísticos se realiza con estimación HAC de acuerdo con Gallant (1987), y con selección automática de rezagos de acuerdo con Newey-West (1994).

2. Ejercicio Fuera de Muestra

Inicialmente se dispone de un total de $T+2 = 1581$ observaciones de tipo de cambio en frecuencia diaria desde el 3 de enero del año 2000 hasta el 28 de abril del 2006. Se desea evaluar predictibilidad de los retornos del tipo de cambio a ocho horizontes: 1 día, 2, 4, 6, 8, 14, 28 y 35 días. De esta manera, la serie de retornos de horizonte k dispone de $T+2-k$ observaciones.

El número total de observaciones se divide en una ventana de estimación de tamaño $R-k$ y otra de predicción de tamaño $T+3-k-R$.

La estimación de las ecuaciones (1) y (2) se realiza por *rolling OLS*. Esto significa que la primera estimación de los coeficientes se realiza por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con los primeros $R-k$ datos, es decir, solo con información disponible hasta el instante $t=R$. Con estos coeficientes se construye el predictor de los retornos R_{R+k} .

Luego se consideran los datos desde $t=2$ hasta $t=R-k+1$. Con estos datos ($R-k$ en total nuevamente), se construyen nuevos estimadores MCO para los parámetros en (1) y (2) y se construye el predictor del retorno, R_{R+k+1} . El proceso continúa estimando los parámetros siempre con una muestra correspondiente a los últimos $R-k$ datos disponibles. Así, el último predictor se construye estimando los parámetros por MCO con los datos desde $t=T+3-k-R$ hasta $t=T+2-2k$, y el predictor correspondiente se compara con el retorno R_{T+2} .

3. Resultados

Para cada regresor analizado, $\log(RSI)$, $\log(RSI)^{70}$ y $\log(RSI)_{30}$, se muestran dos cuadros: uno de evaluación predictiva propiamente tal, y otro que entrega un análisis de robustez respecto a la manera

de dividir la muestra en una ventana de predicción y otra de estimación.

Los cuadros de evaluación predictiva muestran en cada celda los correspondientes estadísticos del tipo t para cada test de predicción cuando la ventana de estimación es de tamaño $500-k$. También se adjunta información referente a la diferencia del error de predicción cuadrático medio entre ambos modelos. La última fila contiene información sobre la posibilidad que tiene el modelo alternativo de generar un error de predicción cuadrático medio menor que el del camino aleatorio, cuando el modelo alternativo es estimado con alguna técnica de reducción de parámetros de acuerdo con Pincheira (2006).

La elección de una ventana de estimación de tamaño $500-k$ comparte razones técnicas con otras de preferencia arbitrarias. Por un lado, el investigador desearía usar una ventana de predicción muy grande para eliminar problemas asociados a incertidumbre paramétrica, es decir, para obtener buenas estimaciones de los parámetros. Por otro lado, el investigador también desearía tener una ventana de predicción larga, pues los tests de evaluación que se utilizan en este documento convergen a una distribución normal estándar cuando el tamaño de la ventana de predicción tiende a infinito. En este sentido, se toma la recomendación de Clark y West (2006) de tomar $R-k$ relativamente pequeño en relación con el tamaño de la ventana de predicción. Con todo, no existe una recomendación que permita aseverar que una ventana de estimación de tamaño $525-k$ es mejor o peor que una de tamaño $475-k$. Debido a los grados de libertad que entregan las recomendaciones técnicas, se decide hacer un análisis de robustez con respecto al escenario central presentado en los cuadros de evaluación predictiva. Básicamente, se sensibiliza el tamaño de la ventana de estimación escogido de $500-k$, realizando 51 ejercicios de evaluación predictiva similares, pero teniendo como única diferencia los tamaños de las ventanas de estimación y predicción. Los 51 ejercicios parten con una ventana de estimación de tamaño $475-k$ y terminan con una de tamaño $525-k$. Si el resultado obtenido en el escenario central (ventana de tamaño $500-k$) se obtiene en más del 50% de los casos, se llamará a ese resultado robusto. En caso contrario, se llamará no robusto.

CUADRO 2

**Evaluación Predictiva Fuera de Muestra
de los Retornos del Tipo de Cambio Peso/Dólar**
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	1.61*	1.44*	1.93**	2.25***	2.52***	2.60***	2.00***	1.35*
Cambio de dirección	1.51*	2.83***	2.58***	2.64***	2.45***	3.37***	1.22	1.23
Diferencia ECM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Diferencia ajustada ECM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - *Rechazo al 10%, **Rechazo al 5%, ***Rechazo al 1%.

- ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b \cdot \ln(Z_t)$

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Estimación fuera de muestra via rolling OLS.

- Rolling window de tamaño 500-k.

- Número total de datos es 1581-k.

- "Visto Bueno" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo.

- "X" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del camino aleatorio.

- "Visto Bueno" en cuarta fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo cuando es ajustado por un "shrinkage factor".

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

- Datos en frecuencia diaria desde 03/01/2000 hasta 28/04/2006.

Los cuadros de análisis de robustez presentan, en sus dos primeras filas, el porcentaje de rechazo de la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 10%, en los 51 ejercicios de evaluación predictiva realizados. En las últimas dos filas, estos cuadros también muestran el porcentaje de veces que el error cuadrático medio y el error cuadrático medio ajustado por un *factor de reducción* son menores en el modelo alternativo que en el nulo.

En el Apéndice se encuentran cuadros que ilustran que la predictibilidad encontrada, cuando se analizan todas las observaciones, también se mantiene cuando se divide la muestra en tres conjuntos de alrededor de 500 datos cada uno. La principal diferencia que se observa en las distintas submuestras es que, cuando se analizan los últimos 581 datos, se encuentra predictibilidad estadísticamente significativa solo en horizontes de 28 y 35 días. En las otras submuestras se encuentra predictibilidad para la mayoría de los horizontes considerados.

El análisis para cada variable sigue a continuación.

Resultados para $\log(RSI_t)$

Los resultados del cuadro 2 muestran que el test CW encuentra evidencia significativa de predictibilidad

para todos los horizontes. En coherencia con este análisis, el cuadro también muestra que el error cuadrático medio ajustado por un *factor de reducción* siempre es menor en el modelo alternativo. Se observa, en todo caso, que el error cuadrático medio sin ajuste también favorece al modelo alternativo para casi todos los horizontes, con la excepción de los casos $k=28$ y $k=35$. El test del signo entrega resultados coincidentes con los del test CW, con la sola excepción de que no detecta evidencia estadísticamente significativa en los últimos dos horizontes analizados¹⁶ ($k=28$ y $k=35$).

A la luz del cuadro 3, se puede concluir que los resultados mostrados en el cuadro 2 no cambian mucho al variar el tamaño de las ventanas de estimación y predicción dentro de los límites escogidos. Con frecuencia los resultados se mantienen en el 100% de los casos, otras veces se mantienen en la mayoría de los casos. Tal vez los únicos resultados que son menos robustos son

¹⁶ En el Apéndice también se encuentra un cuadro que muestra cómo decae la evidencia de predictibilidad para horizontes de entre 35 y 70 días.

CUADRO 3

**Robustez en la Evaluación Predictiva Fuera de Muestra
de los Retornos del Tipo de Cambio**

variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	83%	73%	100%	100%	100%	100%	95%	88%
Cambio de dirección	52%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	36%
Diferencia ECM	96%	73%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
Diferencia ajustada ECM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b * \ln(Z_t)$.

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Estimación via rolling OLS con una ventana de estimación de tamaño 500-k.

- Se hacen 51 ejercicios de evaluación predictiva con distintas particiones de la muestra desde $R=475-k$ hasta $R=525-k$.

- Números en las dos primeras filas denotan el porcentaje de rechazo al 10% en el total de 51 ejercicios realizados.

- Números en las tercera fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo es menor al del camino aleatorio.

- Números en las última fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo perturbado por un "shrinkage factor" es menor al del camino aleatorio.

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

- Datos en frecuencia diaria desde 03/01/2000 hasta 28/04/2006.

los del test del signo para el primer y el penúltimo horizonte, que presentan tasas de estabilidad de alrededor de un 50%. En todos los otros casos, los resultados son robustos.

Resultados para $\log(RSI_t)^{70}$

El cuadro 4 muestra que el test CW encuentra evidencia significativa de predictibilidad para todos los horizontes salvo los dos primeros, aunque en todos los horizontes tiene el signo correcto. En coherencia con este análisis, el cuadro también muestra que el error cuadrático medio ajustado por un *factor de reducción* siempre es menor en el modelo alternativo. Se observa, en todo caso, que el error cuadrático medio sin ajuste favorece al modelo alternativo solo para los horizontes $k=4, 6$ y 8 . El test del signo entrega resultados coincidentes con los del test CW con solo una excepción: también detecta evidencia estadísticamente significativa de predictibilidad en el horizonte $k=2$.

A la luz del cuadro 5, se puede concluir que los resultados mostrados en el cuadro 4 no cambian mucho al variar el tamaño de las ventanas de estimación y predicción dentro de los límites escogidos. Los

casos que más llaman la atención se encuentran en la última fila, mostrando que, para cada horizonte de predicción, los resultados del cuadro 4 se mantienen en el 100% de los casos analizados.

Resultados para $\log(RSI_t)_{30}$

Los resultados para $\log(RSI_t)_{30}$ se encuentran en los cuadros 6 y 7, y son los más débiles de los tres regresores analizados. Aun así, el test CW encuentra evidencia significativa de predictibilidad para horizontes largos: 14, 28 y 35 días, y tiene el signo correcto en todos los horizontes. En coherencia con este resultado, el cuadro también muestra que el error cuadrático medio ajustado por un *factor de reducción* siempre es menor en el modelo alternativo. Esto es importante, toda vez que el error cuadrático medio sin ajuste favorece al camino aleatorio en todos los horizontes. El test del signo entrega mejores resultados que los del test CW, indicando predictibilidad del cambio de dirección desde el segundo horizonte hacia delante.

En términos de estabilidad, se observa (cuadro 7) que, en general, todos los resultados de predictibilidad son robustos, con la sola excepción del resultado

CUADRO 4

**Evaluación Predictiva Fuera de Muestra
de los Retornos del Tipo de Cambio Peso/Dólar**
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días cuando es mayor que 70

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	1.07	1.16	1.38*	1.51*	1.69**	1.88**	1.33*	1.58*
Cambio de dirección	0.70	2.17***	1.54*	1.65**	1.34*	2.59***	1.57*	1.57*
Diferencia ECM	X	X	✓	✓	✓	X	X	X
Diferencia ajustada ECM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - *Rechazo al 10%, **Rechazo al 5%, ***Rechazo al 1%.

- ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b * \ln(Z_t) * \text{dummy70}$.

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Dummy70 es una variable que es 1 si $\text{RSI}_{14d} > 70$ y cero en otro caso.

- Estimación fuera de muestra via rolling OLS.

- Rolling window de tamaño 500-k.

- Número total de datos es 1581-k.

- "Visto Bueno" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo.

- "X" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del camino aleatorio.

- "Visto Bueno" en cuarta fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo cuando es ajustado por un "shrinkage factor".

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

- Datos en frecuencia diaria desde 03/01/2000 hasta 28/04/2006.

CUADRO 5

**Robustez en la Evaluación Predictiva Fuera de Muestra
de los Retornos del Tipo de Cambio**
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días cuando es mayor que 70

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	0%	0%	84%	100%	100%	100%	100%	100%
Cambio de dirección	0%	100%	98%	100%	59%	100%	94%	75%
Diferencia ECM	4%	8%	86%	86%	90%	33%	0%	0%
Diferencia ajustada ECM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b * \ln(Z_t) * \text{Dummy70}$.

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Dummy70 es una variable que es 1 si $\text{RSI}_{14d} > 70$ y cero en otro caso.

- Estimación via rolling OLS con una ventana de estimación de tamaño 500-k.

- Se hacen 51 ejercicios de evaluación predictiva con distintas particiones de la muestra desde $R=475-k$ hasta $R=525-k$.

- Números en las dos primeras filas denotan el porcentaje de rechazo al 10% en el total de 51 ejercicios realizados.

- Números en las tercera fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo es menor al del camino aleatorio.

- Números en las última fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo perturbado por un "shrinkage factor" es menor al del camino aleatorio.

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

- Datos en frecuencia diaria desde 03/01/2000 hasta 28/04/2006.

CUADRO 6

**Evaluación Predictiva Fuera de Muestra de los Retornos
del Tipo de Cambio Peso/Dólar**
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días cuando es menor que 30

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	0.96	0.82	1.24	1.27	1.16	1.62*	1.54*	2.04***
Cambio de dirección	0.82	2.17***	1.87**	1.88**	1.37*	2.04***	2.66***	1.45*
Diferencia ECM	X	X	X	X	X	X	X	X
Diferencia ajustada ECM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - *Rechazo al 10%, **Rechazo al 5%, ***Rechazo al 1%.

- ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b \cdot \ln(Z_t) \cdot \text{dummy30}$.

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Dummy30 es una variable que es 1 si $\text{RSI14d} < 30$ y cero en otro caso.

- Estimación fuera de muestra via rolling OLS.

- Rolling window de tamaño 500-k.

- Número total de datos es 1581-k.

- "Visto Bueno" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo.

- "X" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del camino aleatorio.

- "Visto Bueno" en cuarta fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo cuando es ajustado por un "shrinkage factor".

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

- Datos en frecuencia diaria desde 03/01/2000 hasta 28/04/2006.

CUADRO 7

**Robustez en la Evaluación Predictiva Fuera de Muestra
de los Retornos del Tipo de Cambio**
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días cuando es menor a 30

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	0%	0%	55%	61%	12%	100%	100%	100%
Cambio de dirección	0%	100%	75%	84%	27%	100%	31%	100%
Diferencia ECM	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%
Diferencia ajustada ECM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b \cdot \ln(Z_t) \cdot \text{Dummy30}$.

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Dummy70 es una variable que es 1 si $\text{RSI14d} < 30$ y cero en otro caso.

- Estimación via rolling OLS con una ventana de estimación de tamaño 500-k.

- Se hacen 51 ejercicios de evaluación predictiva con distintas particiones de la muestra desde $R=475-k$ hasta $R=525-k$.

- Números en las dos primeras filas denotan el porcentaje de rechazo al 10% en el total de 51 ejercicios realizados.

- Números en las tercera fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo es menor al del camino aleatorio.

- Números en las última fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo perturbado por un "shrinkage factor" es menor al del camino aleatorio.

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

- Datos en frecuencia diaria desde 03/01/2000 hasta 28/04/2006.

para el test del signo en los horizontes $k=8$ y $k=28$. En efecto, si bien con una ventana de estimación de tamaño $500-k$ el test del signo rechaza el camino aleatorio para estos horizontes, al sensibilizar el tamaño de esta ventana entre $475-k$ y $525-k$, solo se consigue el rechazo en el 27% y 31% de los casos, respectivamente.

Los resultados indican que existe predictibilidad robusta de los retornos del tipo de cambio nominal en varios horizontes. Para una extensión y mayor robustez de este análisis, quedaría la comparación del poder predictivo del *RSI* con un camino aleatorio con intercepto así como con un modelo autorregresivo de orden 1. Un ejercicio preliminar utilizando los estadísticos de Diebold y Mariano (1995) y West (1996) y los valores críticos de McCracken (2004), indica que el *RSI* también vence a estos modelos en un horizonte de un día hacia delante. Una evaluación para horizontes más largos queda propuesta para una futura investigación.

4. Algunas Consideraciones Respecto de los Resultados

Se ha señalado que el indicador *RSI* emitiría una señal de venta cuando sobrepasa los 70 puntos, y una señal de compra cuando desciende bajo el nivel de 30 puntos. También se ha señalado que, mientras más extremos sean los valores alcanzados por el *RSI*, más fuertes serán sus señales de compra y venta. Esta manera de emitir señales es claramente no lineal.

La literatura de predictibilidad utiliza, en forma regular, especificaciones lineales para las que se conocen las propiedades estadísticas. En ese contexto, se ha optado por utilizar este tipo de especificaciones. A pesar de aquello, los resultados pueden estar influenciados por esta opción, y las extensiones que capturen el efecto no lineal del *RSI* sobre los retornos resultan relevantes.

Si bien es relativamente común observar en la literatura especificaciones en que se evalúa la capacidad predictiva sobre retornos cambiarios de variables en especificaciones en que se incluye solo la variable a evaluar, existe el potencial problema de omisión de otras variables relevantes en la dinámica futura del tipo de cambio. Este aspecto, al no ser considerado, puede llevar a inconsistencia en las estimaciones y a que los

tests de evaluación predictiva tanto dentro como fuera de muestra puedan presentar problemas de tamaño y poder. En este sentido, los resultados presentados deben tomarse con cautela e interpretarse solo como sugerentes de habilidad predictiva.

V. PREDICTIBILIDAD Y LA HIPÓTESIS DE MERCADOS EFICIENTES

De acuerdo con Samuelson (1965), en un mercado eficiente la variación de precios debería ser impredecible. Esto, porque los agentes involucrados deberían incorporar toda la información disponible y anticipar las variaciones de precios.¹⁷ En otras palabras, los operadores transarían de un modo en que los precios reflejaran al instante cualquier nueva información que implicara cambios en el valor de un activo. Esta hipótesis de eficiencia automáticamente descartaría que la información pasada, de precios o volúmenes transados, permitiera obtener excesos de retornos. Más aún, si hubiese un modo de obtener ganancias con bajo riesgo, los agentes lo utilizarían hasta que dichas ganancias tendiesen a cero.

No obstante, Campbell, Lo y MacKinlay (1997) y Nelly (1997) consideran que el concepto de eficiencia pura es un ideal teórico que no debe ser llevado a la práctica en forma rígida. Esto, porque un cierto nivel de retornos es necesario para compensar costos de transacción, costos tributarios y premios por riesgo, entre otros. De esta manera, el supuesto de eficiencia de los mercados se modera desde la primera conceptualización de Samuelson (1965) a una en que sí es posible compatibilizar eficiencia con predictibilidad, en la medida en que los retornos que se puedan obtener sean totalmente compensados por los costos de transacción, premios por riesgo y costos de procesamiento de la información.

Así, los resultados de predictibilidad del tipo de cambio peso-dólar aquí presentados no han apuntado a evaluar la eficiencia del mercado cambiario ni a proponer estrategias de inversión. Más aún, podrían ser perfectamente compatibles con la noción de eficiencia de mercado planteada por Campbell, Lo y MacKinlay (1997).

¹⁷ Más detalles sobre la hipótesis de mercados eficientes se encuentran en Campbell, Lo y MacKinlay (1997) y en Nelly (1997).

Una evaluación de la eficiencia del mercado cambiario chileno, sin duda fuera del objetivo de este trabajo, debería ir mucho más allá de los resultados de predictibilidad mostrados anteriormente. Esta evaluación debería comparar los costos de transacción y el nivel de riesgo —llevado a retornos— de las transacciones realizadas a través de análisis técnico. Es necesario agregar que la evaluación predictiva desarrollada en este documento, asociada a comparaciones del error cuadrático medio fuera de muestra, solo permite concluir que los retornos del tipo de cambio son predecibles, pero en ningún caso permite evaluar la rentabilidad de alguna estrategia de inversión en el mercado cambiario.

Se observa, entonces, que un resultado preliminar y sugerente de predictibilidad, como el aquí mostrado, no es incompatible con la hipótesis de mercados eficientes, y deja abierta una línea de investigación orientada a evaluar la relación riesgo-retorno de diversas estrategias de inversión que pudieran ser implementadas en este mercado.

VI. CONCLUSIONES

El presente trabajo evalúa la capacidad predictiva que puede tener un cierto índice utilizado por el análisis técnico en la dinámica de corto plazo del tipo de cambio peso-dólar en frecuencias diarias para el período 2000-2006. Este objetivo central es complementado con uno secundario que consiste en la revisión de las principales medidas utilizadas por analistas técnicos. El artículo analiza las ideas básicas que se encuentran detrás de la aplicación de estas técnicas y presenta un resumen de algunas reglas e indicadores.

Los resultados de los análisis para el período enero 2000-abril 2006, tanto dentro como fuera de muestra, son coincidentes en sugerir capacidad predictiva del Índice de Fuerza Relativa por sobre el camino aleatorio para horizontes inferiores a siete semanas.

Estos resultados sugieren examinar y mantener un seguimiento del Índice de Fuerza Relativa, con el objetivo de mejorar la capacidad predictiva de los movimientos de corto plazo en la paridad peso-dólar.

Posibles extensiones incluyen la evaluación predictiva de otras medidas de análisis técnico, la comparación con otros *benchmarks* predictivos distintos al camino

aleatorio, la evaluación de retornos extranormales, así como la evaluación económica de los retornos que podrían obtenerse a partir de la aplicación de reglas de intercambio (*trading rules*) objetivas basadas en análisis técnico.

REFERENCIAS

- Allen, H. y M.P. Taylor (1990). "Charts, Noise and Fundamentals in the London Foreign Exchange Market." *Economic Journal* 100(400): 49-59.
- Campbell, J., A. Lo y A. MacKinlay (1997). *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton, NJ, EE.UU.: Princeton University Press.
- Clark, T. (2004). "Can Out-of-Sample Forecast Comparisons Help Prevent Overfitting?" *Journal of Forecasting* 23(2): 115-39.
- Clark, T. y K. West (2006). "Using Out-Of-Sample Mean Squared Prediction Errors to Test the Martingale Difference Hypothesis." *Journal of Econometrics* 135(1-2): 155-86.
- Cowan, K., D. Rappoport y J. Selaive (2007). "High Frequency Dynamics of the Nominal Exchange Rate." Documento de Trabajo, Banco Central de Chile, por aparecer.
- De Zwart, G.J., T. Markwat, A. Swinkels y D. van Dijk (2007). "Chartists and Fundamentalists in Emerging Markets." Documento de Trabajo, Erasmus University. Enero.
- Diebold, F. y R. Mariano (1995). "Comparing Predictive Accuracy." *Journal of Business & Economic Statistics* 13(3):253-63.
- Evans, M. y R. Lyons (2002). "Order Flow and Exchange Rate Dynamics" *Journal of Political Economy* 110(1): 170-80.
- Gallant A.R. (1987). *Nonlinear Statistical Models*. Nueva York, NY, EE.UU.: Wiley.
- Inoue A. y L. Kilian (2002). "In-Sample or Out-of-Sample Tests of Predictability: Which one Should We Use?" Mimeo, University of Michigan.
- Lee, C., K. Gleason e I. Mathur (2001) "Trading Rule Profits in Latin American Currency Spot Rates." *International Review of Financial Analysis* 10(2): 135-56.
- Levich, R. y L. Thomas (1993). "The Significance of Technical Trading-Rule Profits in the Foreign Exchange Market: A Bootstrap Approach." *Journal of International Money and Finance* 12(5): 451-74.
- Mark, N. (1995). "Exchange Rates and Fundamentals: Evidence on Long-Horizon Predictability." *American Economic Review* 85(1): 201-18.

- Martin, A. (2001) "Technical Trading Rules in the Spot Foreign Exchange Markets of Developing Countries." *Journal of Multinational Financial Management* 11(1): 59-68.
- McCracken, M. (2004). "Asymptotics for Out of Sample Tests of Causality." Mimeo, University of Missouri.
- Meese, R. y K. Rogoff (1983). "Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?" *Journal of International Economics* 14(12): 3-24.
- Nelly, C. (1997). "Technical Analysis in Foreign Exchange Market: A Layman's Guide." Federal Reserve Bank of St. Louis, Octubre.
- Newey, W. K. y K D West (1994). "Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation." *Review of Economic Studies* 61(4):631-53.
- Newey, W.K. y K.D. West (1987). "A Simple, Positive Semidefinite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix." *Econometrica* 55: 703-08.
- Pesaran, H. y A. Timmerman (1992). "A Simple Nonparametric Test of Predictive Performance." *Journal of Business & Economic Statistics* 10(4): 461-5.
- Pincheira, P. (2006). "Shrinkage Based Tests of the Martingale Difference Hypothesis." Documento de Trabajo N°376, Banco Central de Chile.
- Samuelson, P. (1965) "Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly." *Industrial Management Review* 6(2): 41-9.
- Taylor, M.P. y H. Allen (1992). "The Use of Technical Analysis in the Foreign Exchange Market." *Journal of International Money and Finance* 11(3):304-14.
- West, K. (1996). "Asymptotic Inference about Predictive Ability". *Econometrica* 64(5): 1067-1084.
- Wilder, W. (1978). *New Concepts in Technical Trading Systems*. Canadá: Trend Research.

APÉNDICE

1. Otros Indicadores de Análisis Técnico

Índice direccional medio (ADX, Average Directional Index). Este indicador serviría para examinar si el activo está dentro de una tendencia y determinar la fuerza de ella. Un valor por debajo de 20 sería interpretado por el analista como un mercado sin tendencia, es decir, un mercado lateral. Un valor por encima de 20 indicaría el comienzo de una tendencia, la cual puede ser alcista o bajista. Si el *ADX* se encuentra por encima de 40-50 y comienza a caer, puede indicar que la tendencia actual se está desacelerando.

Formulación:

El *ADX* se obtiene dividiendo la diferencia entre *+DMI* y *-DMI* sobre la suma de ellos mismos, y da un resultado entre 0 y 100. Para expresar tendencia, la tasa calculada debe estar por sobre 25%.

$$ADX = \frac{(+DMI) - (-DMI)}{(+DMI) + (-DMI)}$$

Donde:

$$+DMI = \frac{(+DM)}{TR}; -DMI = \frac{(-DM)}{TR}$$

+DM: Suma de los promedios de los movimientos direccionales al alza.

-DM: Suma de los promedios de los movimientos direccionales a la baja.

TR: Verdadera Amplitud, Promedio de todos los rangos de crecimiento de los precios de *n* sesiones de la TR_{hoy}/n ; con *n* típicamente igual a 14.

Índice móvil direccional (DMI, por Directional Moving Index). El *DMI* es un indicador que sigue la tendencia, por lo que se denomina en inglés *trend-following indicator*. La formación del *DMI* está basada en las siguientes dos líneas: la *+DMI* y la *-DMI*. La

GRÁFICO A.1

Paridad Peso/USD vs. Indicador DMI y ADX



Fuente: Bloomberg.

primera línea mide movimientos positivos (alcistas) y la segunda mide movimientos negativos (a la baja). Cuando el *+DMI* cruza desde abajo hacia arriba el *-DMI*, genera una señal de compra. Cuando el *-DMI* cruza desde abajo hacia arriba el *+DMI*, genera una señal de venta. La mayoría de los analistas técnicos que utilizan el *DMI* no aceptan la señal de compra o venta del *DMI* si además el indicador *ADX* no se encuentra por encima de 20 o 25. El mejor momento para utilizar un indicador que sigue la tendencia como el *DMI* sería cuando el *ADX* está subiendo y se encuentra por encima de 20. El gráfico A.1 presenta el indicador para un período seleccionado y ejemplifica con una circunferencia, a mediados de mayo de 2006, una señal de compra emitida por este indicador.¹⁸

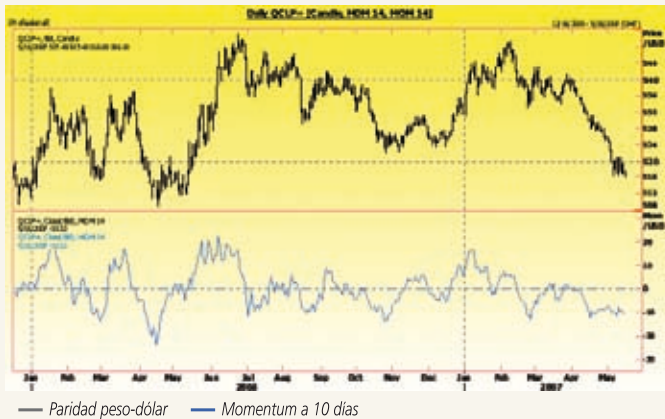
2. Otros Osciladores de Análisis Técnico

Momentum y tasa de variación (ROC, Rate of Change). *Momentum* es el concepto más básico en el estudio de los osciladores. Los osciladores indican el momento en que el mercado está subiendo o bajando. Este tipo de osciladores indicarían si la tendencia actual está ganando o perdiendo fuerza, y aceleración del movimiento del precio, por lo que su principal ventaja es que anticiparía el cambio de tendencia en

¹⁸ En este caso, el *ADX* no presentaba un valor superior a 20 en el momento de la señal, pero pocos días después se observaron valores en torno a 20 y superiores.

GRÁFICO A.2

Paridad Peso/USD vs. Momentum



Fuente: Reuters.

GRÁFICO A.3

Paridad Peso/USD vs. Bandas Bollinger



Fuente: Bloomberg.

los precios. Usando un período de 10 días, se sustrae el precio de 10 días atrás al precio del día. Si el precio del día es más alto que el de 10 días atrás, el valor del oscilador será positivo. Si el precio del día es menor que el de 10 días atrás, el valor del oscilador será negativo. Si se tiene una serie de precios en ascenso y la línea de *momentum* está también en tendencia ascendente, pero empieza a caer, se pone de manifiesto una señal de desaceleración que puede advertir de un cambio de tendencia en

los precios, lo que se conoce como divergencia entre la actual tendencia del mercado y la desaceleración de la línea de *momentum*. En el gráfico A.2 se señala un episodio en el cual este indicador habría entregado una señal. Las definiciones son:

$M(n) = C - C_n$; donde C es la última cotización, C_n es la cotización anterior en n días.

$ROC(n) = (C/C_n) \times 100$; donde C es el último precio de cierre y C_n es el precio de cierre de n días atrás.

Las bandas de Bollinger. Estas bandas son un indicador de volatilidad y medirían si el mercado se encuentra sobrecomprado o sobrevendido. Según se muestra en el gráfico A.3, el indicador de bandas de *Bollinger* marca tres líneas en torno a la figura que los precios del activo van dibujando, la línea de abajo es el soporte, la de arriba es la resistencia y la del centro es la tendencia. Mientras más ancha sea la banda, mayor será la volatilidad del activo; por el contrario, a menor amplitud, menor volatilidad. A la vez, cuando el activo baja sucesivamente, tal que perfora la línea de soporte, se entregaría una señal de compra, es decir, se pueden buscar oportunidades de compra cuando los precios están en la banda inferior, y oportunidades de venta cuando están en la banda superior. A principios de agosto de 2006, el precio traspasó la banda inferior, lo que se dio en conjunto con el angostamiento de

la banda, dando una señal de compra (gráfico A.3). La señal de venta se emite también en un contexto de menor ancho de la banda y de precios tocando la banda superior. Esto se ejemplifica a principios de febrero de 2007.

Formulación:

Banda superior $BS = MMA_{20} + 2 \times DE(MMA_{20})$

Banda inferior $BI = MMA_{20} - 2 \times DE(MMA_{20})$

donde:

MMA_{20} : Media móvil aritmética de los últimos 20 precios de cierre.

$2 \times DE(MMA_{20})$: Dos desviaciones estándar de MMA_{20}

Estocásticos. Los estocásticos se basan en la premisa de que el precio tendería a cerrar cerca de la parte alta del rango de oscilación pasado durante una tendencia al alza. De igual manera, en tendencias bajistas, el precio tendería a cerrar cerca de la parte baja del rango de oscilación. Se utilizan dos líneas en la composición de los estocásticos: la línea %K y la línea %D, siendo esta última una media móvil de la línea %K.

Lo que intenta este oscilador es establecer la posición relativa del precio de cierre de la sesión respecto del rango de precios del período de cálculo. Las señales de compra o de venta se producen cuando la línea de %K corta la línea %D, y tales señales solo serán significativas si se producen tras pasados ciertos umbrales de %K, es decir, siempre y cuando %K traspase la línea de 70 hacia arriba o de 30 hacia abajo. La señal de compra se da cuando la línea %K corta en forma ascendente la línea %D, y la señal de venta cuando la corta de manera descendente. A mediados de abril de 2006 hubo una señal de compra, y a mediados de junio, una señal de venta (gráfico A.4).

GRÁFICO A.4

Paridad Peso/USD vs. Estocástico



Fuente: Bloomberg.

Formulación:

$$\%K = 100 \times \frac{(PC - PMIN_n)}{(PMAx_n - PMIN_n)}$$

$$\%D = MA(\%K, s)$$

donde:

PC : Precio de cierre del período corriente.

$PMIN_n$: Precio mínimo dentro de las n sesiones analizadas.

$PMAx_n$: Precio máximo dentro de las n sesiones analizadas.

n : Número de sesiones analizadas, usualmente entre 5 y 21.

s : Número de sesiones para el cálculo de la media móvil.

3. Predictibilidad en Diferentes Submuestras

Primeros 501 Datos

CUADRO A.1

Evaluación Predictiva Fuera de Muestra de los Retornos del Tipo de Cambio Peso/Dólar
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días
primeros 501 datos

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	1.29*	1.16	1.67**	1.98***	1.95**	1.64*	2.02***	2.60***
Cambio de dirección	2.83***	1.52*	2.20***	2.76***	3.04***	3.17***	4.56***	5.19***
Diferencia ECM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Diferencia Ajustada ECM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - *Rechazo al 10%, **Rechazo al 5%, ***Rechazo al 1%

- ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b \cdot \ln(Z_t)$.

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Estimación fuera de muestra via rolling OLS.

- Rolling window de tamaño 250-k.

- Número total de datos es 501-k.

- "Visto Bueno" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo.

- "X" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del camino aleatorio.

- "Visto Bueno" en cuarta fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo cuando es ajustado por un "shrinkage factor".

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

CUADRO A.2

Robustez en la Evaluación Predictiva Fuera de Muestra de los Retornos del Tipo de Cambio
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días
primeros 501 datos

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	88%	51%	98%	100%	100%	88%	100%	100%
Cambio de dirección	100%	88%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Diferencia ECM	100%	94%	100%	100%	100%	76%	76%	94%
Diferencia Ajustada ECM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b \cdot \ln(Z_t)$.

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Estimación via rolling OLS con una ventana de estimación de tamaño 250-k.

- Se hacen 51 ejercicios de evaluación predictiva con distintas particiones de la muestra desde R=225-k hasta R=275-k.

- Números en las dos primeras filas denotan el porcentaje de rechazo al 10% en el total de 51 ejercicios realizados.

- Números en las tercera fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo es menor al del camino aleatorio.

- Números en las última fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo perturbado por un "shrinkage factor" es menor al del camino aleatorio.

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

Datos intermedios

CUADRO A.3

**Evaluación Predictiva Fuera de Muestra
de los Retornos del Tipo de Cambio Peso/Dólar**
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días
datos 501 a 1001

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	2.22***	2.55***	2.97***	3.30***	3.39***	2.74***	-0.41	-2.02
Cambio de dirección	2.06***	2.61***	3.46***	3.37***	4.08***	1.60*	0.45	-2.00
Diferencia ECM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Diferencia ajustada ECM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - *Rechazo al 10%, **Rechazo al 5%, ***Rechazo al 1%.

- ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b \cdot \ln(Z_t)$

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Estimación fuera de muestra via MCO rolling.

- Rolling window de tamaño 250-k.

- Número total de datos es 501-k.

- "Visto Bueno" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo.

- "X" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del camino aleatorio.

- "Visto Bueno" en cuarta fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo cuando es ajustado por un "shrinkage factor".

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

CUADRO A.4

**Robustez en la Evaluación Predictiva Fuera
de Muestra de los Retornos del Tipo de Cambio**
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días
datos 501 a 1001

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
Cambio de dirección	63%	98%	100%	100%	100%	71%	35%	0%
Diferencia ECM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	2%	0%
Diferencia ajustada ECM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	33%	6%

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b \cdot \ln(Z_t)$

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Estimación via rolling OLS con una ventana de estimación de tamaño 250-k.

- Se hacen 51 ejercicios de evaluación predictiva con distintas particiones de la muestra desde $R=225-k$ hasta $R=275-k$.

- Números en las dos primeras filas denotan el porcentaje de rechazo al 10% en el total de 51 ejercicios realizados.

- Números en la tercera fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo es menor al del camino aleatorio.

- Números en la última fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo perturbado por un "shrinkage factor" es menor al del camino aleatorio.

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

Últimos datos

CUADRO A.5

**Evaluación Predictiva Fuera de Muestra
de los Retornos del Tipo de Cambio Peso/Dólar**
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días
últimos 581 datos

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	-0.01	-0.41	-0.38	-0.15	0.38	1.08	2.79***	3.4***
Cambio de dirección	-0.34	0.64	-0.57	-0.69	-0.66	0.46	0.22	1.39*
Diferencia ECM	X	X	X	X	X	X	✓	✓
Diferencia ajustada ECM	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - *Rechazo al 10%, **Rechazo al 5%, ***Rechazo al 1%.

- ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b \ln(Z_t)$.

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Estimación fuera de muestra via rolling OLS.

- Rolling window de tamaño 290-k.

- Número total de datos es 581-k.

- "Visto Bueno" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo.

- "X" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del camino aleatorio.

- "Visto Bueno" en cuarta fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo cuando es ajustado por un "shrinkage factor".

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

CUADRO A.6

**Robustez en la Evaluación Predictiva Fuera de Muestra
de los Retornos del Tipo de Cambio**
variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días
últimos 581 datos

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	1	2	4	6	8	14	28	35
Clark-West	0%	0%	0%	0%	0%	75%	100%	100%
Cambio de dirección	2%	12%	0%	0%	0%	14%	6%	100%
Diferencia ECM	0%	0%	0%	0%	22%	76%	100%	100%
Diferencia ajustada ECM	98%	35%	41%	80%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b \ln(Z_t)$.

- Z Denota el Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota el tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Estimación via rolling OLS con una ventana de estimación de tamaño 290-k.

- Se hacen 51 ejercicios de evaluación predictiva con distintas particiones de la muestra desde R=265-k hasta R=315-k.

- Números en las dos primeras filas denotan el porcentaje de rechazo al 10% en el total de 51 ejercicios realizados.

- Números en las tercera fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo es menor al del camino aleatorio.

- Números en las última fila denotan el porcentaje de veces que el ECM del modelo alternativo perturbado por un "shrinkage factor" es menor al del camino aleatorio.

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

4. Desvanecimiento de la Capacidad Predictiva del RSI

CUADRO A.7

Evaluación Predictiva Fuera de Muestra de los Retornos del Tipo de Cambio Peso/Dólar variable predictiva es el índice de fuerza relativa a 14 días

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Horizonte predictivo en días								
Estadístico	30	35	40	50	55	60	65	70
Clark-West	1.82**	1.35*	0.85	0.18	0.045	0.14	0.47	0.81
Cambio de dirección	1.09	1.23	0.07	0.32	0.52	0.57	0.87	1.14
Diferencia ECM	X	X	X	X	X	X	X	X
Diferencia ajustada ECM	√	√	√	√	√	√	√	√

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: - *Rechazo al 10%, **Rechazo al 5%, ***Rechazo al 1%.

- ECM denota al Error Cuadrático Medio del error de predicción fuera de muestra.

- Modelo nulo es un camino aleatorio sin intercepto.

- Modelo alternativo: $\ln(\text{TCO}_{t+k}) - \ln(\text{TCO}_t) = a + b * \ln(Z_t)$.

- Z Denota al Índice de Fuerza Relativa a 14 días. TCO denota al tipo de cambio nominal Peso/Dólar, k denota el horizonte de predicción.

- Estimación fuera de muestra via rolling OLS.

- Rolling window de tamaño 500-k.

- Número total de datos es 1581-k.

- "Visto Bueno" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo.

- "X" en tercera fila denota menor ECM fuera de muestra del camino aleatorio.

- "Visto Bueno" en cuarta fila denota menor ECM fuera de muestra del modelo alternativo cuando es ajustado por un "shrinkage factor".

- Estimación HAC por Gallant (1987) con selección óptima de rezagos de Newey-West (1994).

- Datos en frecuencia diaria desde 03/01/2000 hasta 28/04/2006.