¿POR QUE BANDAS DE FLOTACION PARA EL TIPO DE CAMBIO?

UNA APLICACION PARA URUGUAY

ELIZABETH BUCACOS IGUINI[1]

ABSTRACT

The reason why the bands are preferred to completely fixed exchange-rate regims is that they give central banks some national monetary independence by excercising some control over the domestic interest rate. But it is not trivial which exchange rate should be targeted by the monetary authority, though. This paper formalizes an optimal intervention model for the central bank which, beyond of implementing a real exchange rate target zone, also tries to minimize the costs associated with the variability of the RER, the domestic interest rate and the inflation rate. The degree of monetary independence is illustrated for the Uruguayan case.

Key words: Target zone, Discretional behavior.

RESUMEN

Las bandas de flotación son preferidas a los sistemas de tipo de cambio completamente fijos porque dan a los bancos centrales cierta independencia monetaria nacional al permitir algún control sobre la tasa de interés doméstica. Sin embargo, no es trivial cuál debe ser el tipo de cambio que la autoridad monetaria deba tener como objetivo. En este trabajo se formaliza un modelo de intervención óptima en el mercado monetario cuan-

---

1 Banco Central del Uruguay-Area de Investigaciones Económicas. Los conceptos involucrados en el trabajo son responsabilidad de la autora, no comprometiendo por tanto la opinión institucional del Banco Central del Uruguay.

do la autoridad monetaria está implementando una zona objetivo para el tipo de cambio real e intenta, además, minimizar los costos derivados de la variabilidad del mismo, de la tasa de interés doméstica y de la inflación. El grado de independencia monetaria se ilustra para el caso uruguayo.

Palabras claves: Zona objetivo, Comportamiento discrecional.

INTRODUCCION

La turbulencia experimentada recientemente en los mercados cambiarios ha revivido el interés de una mayor coordinación de las paridades. Sin embargo, el debate entre los economistas respecto a los méritos relativos de los sistemas de tipo de cambio fijo y de flotación aún no ha sido resuelto. Idealmente, los administradores de las políticas querrían tener el mejor de los dos mundos, es decir, la estabilidad cambiaria y la habilidad de ajustar los tipos de cambio si fuera necesario. En realidad, los sistemas cambiarios pueden ser diseñados de forma tal que permitan enfrentar las presiones del mercado y brinden mayor estabilidad que un sistema de flotación. En el mundo real, los regímenes de tipo de cambio fijo tienen bandas finitas explícitas dentro de las cuales los tipos de cambio pueden fluctuar. En regímenes de tipo de cambio fijo, hay una razón muy importante en favor de las bandas en lugar de tipos de cambio completamente fijos entre realineaciones: las bandas dan a los bancos centrales cierta independencia monetaria nacional al permitir algún control sobre la tasa de interés doméstica. Sin embargo, no es trivial cuál debe ser el tipo de cambio que la autoridad monetaria deba tener como objetivo.

El elemento crucial que justifica a las zonas objetivo para el tipo de cambio es la posibilidad de explotar la propiedad de reversión hacia la media -su paridad central- . Esto incrementa la flexibilidad e independencia de la política monetaria comparada con un régimen de tipo de cambio completamente fijo. Por ejemplo, supongamos que un shock negativo mueve al tipo de cambio hacia abajo y lo aleja de su paridad central. Si se espera que el tipo de cambio retorne a su valor de largo plazo en el futuro, se produce una depreciación esperada positiva en relación a su paridad central y el banco central tendrá que defender las bandas de flotación con intervenciones al interior de la banda en vez de intervenciones en los bordes[2] .

2 En el caso en que la serie objetivo no presente la propiedad de reversión hacia la media, la posibilidad de cambiar sus características como serie de tiempo a través de una política apropiada es la llave para que un sistema de zona objetivo sea exitoso. Por ejemplo, la implementación de un sistema de bandas para estabilizar el precio externo de un commodity que enfrenta una pequeña economía abierta, está condenada a fracasar porque, por definición, aquél precio externo es exógeno al hacedor de la política y su comportamiento no estacionario no puede modificarse.

Pueden haber varios factores involucrados en la determinación de un sistema de bandas además de la persecución de independencia monetaria. Hay casos (Chile, Israel) donde las autoridades han considerado no solamente evitar las consecuencias inflacionarias de la depreciación nominal sino también preservar y mejorar la competitividad de las exportaciones y del saldo de la cuenta corriente. Una versión modificada de este enfoque es utilizada en este trabajo, donde el banco central se supone que interviene en el mercado monetario para minimizar los costos de la inflación, la variabilidad de la tasa de interés y del tipo de cambio real (TCR), manteniendo al tipo de cambio real dentro de una cierta banda. Los cambios en la base monetaria afectan el valor de la moneda doméstica relativo al de la extranjera y, a través de devaluaciones o revaluaciones nominales, el banco central intenta validar la banda para el tipo de cambio real. Como las desviaciones de la paridad central se esperan que sean transitorias y auto-ajustables, las intervenciones son solamente marginales y las autoridades tienen un grado de libertad para perseguir otros objetivos. Y es en este sentido que la propiedad de estacionariedad del tipo de cambio real es crucial. No es trivial cuál debería ser ese valor de la paridad central. Ese valor de equilibrio del tipo de cambio real, consistente con restricciones macroeconómicas y basado en un conjunto de objetivos macroeconómicos deseables, no es deseado por sí mismo sino que debe ser consistente con y necesario para alcanzar posiciones deseadas de equilibrio externo e interno. Debería verse como aquel TCR que facilita lograr los objetivos macroeconómicos. Además, el TCR consistente con el equilibrio macroeconómico cambia gradualmente a través del tiempo, cuando los efectos de los shocks reales han desaparecido.

El presente trabajo se organiza como sigue. En la sección I se discute la importancia de la reversión hacia la media del tipo de cambio en un sistema de banda y la independencia monetaria que puede esperarse. En la sección II se formaliza un modelo de intervenciones óptimas del banco central en un esquema de zona objetivo para el TCR. En la sección III se presentan los resultados de simulaciones realizadas para el caso uruguayo. Finalmente, en la sección IV se concluye.

I. REVERSION HACIA LA MEDIA

Una de las principales justificaciones para la implementación de una zona objetivo para el tipo de cambio es la propiedad de reversión hacia su paridad central, lo cual permite al banco central realizar intervenciones intramarginales para defender los límites de la banda Por ejemplo, supongamos que un shock positivo eleva al tipo de cambio y lo aleja de su paridad central. Si se espera que el tipo de cambio retorne a su valor de largo plazo en el futuro, se produce una depreciación esperada negativa relativa a la paridad central, y el banco central defenderá la banda cambiaria con intervenciones en el interior de la misma en vez de hacerlo con intervenciones en los bordes. Entonces, intervenciones intramarginales contra el viento , como son llamadas, se refieren a intervenciones que apuntan a hacer retornar al tipo de cambio a un nivel especificado dentro de la banda.

La razón por la cual las bandas permiten cierto tipo de independencia monetaria es que los movimientos del tipo de cambio controlados por el banco central resultan en expectativas de depreciación dentro de la banda lo cual afecta a la tasa de interés doméstica. Entonces aún con libre movilidad de capitales el banco central puede fijar la tasa de interés doméstica a un nivel diferente del de la internacional y la política monetaria puede usarse para la estabilización doméstica.

Una serie estadística presenta reversión hacia la media si es estacionaria, es decir, si shocks aleatorios tienen solamente efectos temporarios. Si la serie resulta ser integrada de orden n, es estacionaria solamente después de haberla diferenciado n veces y los shocks aleatorios tienen efectos permanentes. En ese caso, no hay nada que pueda garantizar que la serie retornará a su valor medio de largo plazo luego de ser afectada por un evento inesperado. Sin embargo, si sus propiedades estadísticas son adecuadamente modificadas por la intervención apropiada, es posible que la implementación de una zona objetivo en una serie previamente no estacionaria, sea exitosa. En efecto, de acuerdo a la evidencia previa a la implementación, para los datos de Uruguay presentados en la Tabla I.1, la zona objetivo para el tipo de cambio basada en el tipo de cambio nominal (efectivo), TCNE, necesariamente condenaría al banco central a intervenciones marginales porque el TCNE no es estacionario sino integrado de primer orden. Si el sistema de zona objetivo se basara en el TCR (efectivo) solamente intervenciones intramarginales serían suficientes para defender la banda. En realidad, ambas serían implementables porque la banda tiene el poder de modificar la propiedad de no estacionariedad del TCNE y de garantizar un comportamiento de reversión hacia la media. En consecuencia, solamente intervenciones dentro de la banda serían necesarias para estabilizar a la variable objetivo.

En resumen, la investigación empírica de la propiedad de estacionariedad no sería crucial para la implementación de una zona objetivo sino que lo que realmente importa es la eficacia de la política implementada. El razonamiento previo señala, simplemente, la discriminación básica entre variables endógenas y exógenas en un sistema y la futilidad de los esfuerzos destinados a implementar una zona objetivo en variables que están más allá del control del hacedor de la política[3].

CUADRO 1. ANALISIS DE ESTACIONARIEDAD

SERIE	CONSTANTE	TENDENCIA	ADF-f	ADF-DW	I(#)
LENER	Sí	Sí	-1.7332	2.02	1
LERER	Sí	Sí	-5.8400	1.99	0
D(LENER)	Sí	No	-4.0630	2.02	0

Notas: (1) Las series presentadas en la primera columna (en logaritmos) son: LENER = tipo de cambio nominal efectivo y LERER = tipo de cambio real efectivo de Uruguay con sus principales socios comerciales (Argentina, Brasil, Estados Unidos, Alemania, Japón, Francia, Italia, Gran Bretaña y Holanda); D(LENER) se refiere a la primera diferencia de LENER. (2) Las siguientes cuatro columnas muestran los resultados de los tests de Dickey-Fuller aumentado realizados sobre los datos y la última columna muestra el orden de integración de cada serie. (3) El número de observaciones es 228 para las series en niveles y 227 para la serie en primeras diferencias. (4) Los valores críticos de McKinnon son: para LENER: -3.9985, -3.4297, -3.183; para LERER: -5.57, -5.30, -5.08; y para D(LENER): -3.5490, -2.8740, -2.5733, al !%, 5% y 10%, respectivamente. (5) Para LERER la prueba de estacionariedad incluyó un quiebre estructural en octubre de 1982 y los valores críticos correspondientes fueron calculados a través de simulaciones de Monte Carlo.

3 La idea de implementar un sistema de banda para intentar estabilizar precios externos de commodities en una pequeña economía abierta ha sido rutinariamente recomendada por algunos expertos. La evidencia empírica sugiere que aquellos precios siguen caminos aleatorios y los análisis teóricos los clasifican como variables exógenas.

En una economía abierta no solamente es importante minimizar la variabilidad del tipo de cambio nominal sino también limitar la volatilidad del tipo de cambio real. Cuanto más amplio sea el grupo de socios comerciales de una nación, mayor debería ser la atención que sus autoridades económicas le prestaran a la evolución de los precios y monedas externas.

De aquí en más, el tipo de cambio real efectivo será el objeto de análisis de este trabajo.

Con una banda no nula el tipo de cambio real puede desviarse de la paridad central:

$$h_t = q_t + f_t \tag{1.1}$$

donde:

$$q_t = s_t + p_t^* - p_t$$

f_t está dado

q_t es el tipo de cambio real (efectivo), f_t es el valor de la paridad central, h_t es el desvío con respecto a la paridad central, s_t es el tipo de cambio nominal en el período t (medido como unidades de moneda doméstica por unidad de moneda extranjera), p_t^* es el nivel de precios externos (medido como un índice geométrico agregado de precios mayoristas), p_t es el nivel de precios doméstico (medido como el índice de precios al consumo).

La tasa esperada de depreciación real puede escribirse como:

$$E_t (h_{t+1} - h_t) = E_t (q_{t+1} - q_t) - E_t (f_{t+1} - f_t) \tag{1.2}$$

donde E_t representa el operador esperanza condicional en la información disponible en el período t. El primer componente en (1.2) es la tasa esperada de realineación real y el segundo componente es la tasa esperada de depreciación real relativa a la paridad central, la cual, a su vez, puede descomponerse en:

$$E_t (q_{t+1} - q_t) = E_t\delta_{t+1} + E_t\pi^*_{t+1} - E_t\pi_{t+1} \tag{1.3}$$

donde δ_{t+1} es la tasa de devaluación nominal en el período *t*, π^*_{t+1} y π_{t+1} son las tasas de inflación externa y doméstica en el período *t*, respectivamente.

La condición de equilibrio en el mercado internacional de capital para una pequeña economía abierta puede ser descrita por:

$$i_t = i^*_t + E_t\,\delta_{t+1} + r_t \qquad (1.4)$$

donde i_t e i_t^* son las tasas de interés nominal en el período t con un período de madurez de T períodos, doméstica y externa, respectivamente (medidas como el logaritmo de uno más la tasa de interés), y r_t es el premio por riesgo cambiario en el período t para una madurez de T períodos.

Sustituyendo la tasa esperada de depreciación nominal de (1.3) en (1.4), la condición de equilibrio resulta ser:

$$i_t = i^*_t + E_t\,(f_{t+1} - f_t) + E_t\,(h_{t+1} - h_t) - E_t\,\pi^*_{t+1} + E_t\,\pi_{t+1} + r_t \qquad (1.5)$$

esto es, la tasa de interés doméstica es igual a la suma de la tasa de interés externa, la tasa esperada de realineación real, la tasa esperada de depreciación real respecto a la paridad central, la tasa esperada de inflación doméstica y el premio por riesgo cambiario menos la tasa esperada de inflación externa.

Con una banda no nula, el tercer término del segundo miembro de (1.5) no necesita ser siempre cero, lo que le permite al banco central tener cierto control sobre la tasa de interés doméstica. La forma de controlar la tasa esperada de depreciación real dentro de la banda es explotar la propiedad de reversión hacia la media del tipo de cambio real dentro de la banda. Obviamente, cuando existe tipo de cambio fijo, la condición de equilibrio se reduce a:

$$i_t = i^*_t + E_t\,(f_{t+1} - f_t) - E_t\,\pi^*_{t+1} + E_t\,\pi_{t+1} + r_t \qquad (1.6)$$

lo que muestra la imposibilidad del banco central de fijar una tasa de interés doméstica diferente a la internacional- ajustada por el diferencial inflacionario y la devaluación nominal preestablecida.

II. EL MODELO

II.1 PRESENTACION

Siguiendo a Svensson (1993), en el presente trabajo el grado de independencia monetaria se ilustra en la habilidad de la autoridad monetaria de suavizar la tasa de interés doméstica y en el trade off que enfrenta entre suavizar la tasa de interés o tener un tipo de cambio real variable. Se formaliza un modelo de política de intervención óptima, donde el banco central minimiza los costos asociados a la variabilidad de la tasa de interés, del tipo de cambio real y de la inflación. Variando los pesos de estos costos en la función objetivo, se plantean las diferentes posibilidades.

Comencemos por definir cierta notación que será utilizada posteriormente a lo largo del trabajo:

$$\delta_t = s_t - s_{t-1} \tag{2.1}$$

$$\pi_t = p_t - p_{t-1}$$

$$\mu_t = M_t - M_{t-1}$$

$$m_t = M_t - p_t$$

donde δ_t es la tasa de devaluación nominal en el período t, π_t es la tasa de inflación doméstica en el período t, μ_t es la tasa de crecimiento de la oferta nominal de dinero en el período t y m_t es la oferta real de dinero en el período t. Finalmente, por sustituciones, se llega a:

$$m_t = m_{t-1} + \mu_t - \pi_t \tag{2.2}$$

Asumamos un modelo monetario lineal estándard para la determinación del tipo de cambio en una pequeña economía abierta. El equilibrio en el mercado monetario en el período t está dado por la ecuación (en logaritmos):

$$m_t = k\, y_t - \alpha\, i_t - \theta_{1t} \tag{2.3}$$

donde y_t es el producto real, i_t es la tasa de interés nominal doméstica, θ_{1t} es un shock monetario, α y k son constantes positivas y el lado derecho de (2.3) es la ecuación de demanda de dinero. El tipo de cambio real, q_t, es:

$$q_t = s_t + p_t^* - p_t \tag{2.4}$$

donde s_t, p^*_t y p_t son, respectivamente, el tipo de cambio nominal, el nivel de precios externos y el nivel de precios domésticos. Las desviaciones respecto a la paridad central se definen como:

$$h_t = q_t - f_t \tag{2.5}$$

donde f_t es la paridad central, que está dada.

La tasa de interés doméstica satisface la condición de equilibrio:

$$i_t = i_t^* + E_t\,\delta_{t+1} + r_t \tag{2.6}$$

donde i_t^* es la tasa de interés nominal externa y r_t es el premio por riesgo cambiario.

Las intervenciones, esto es, los cambios en la oferta monetaria a través de intervenciones cambiarias no esterilizadas u operaciones de mercado abierto, son usadas por el banco central para mantener al tipo de cambio real cercano a su valor de paridad, f_t. Cambios en la base monetaria[4] afectan el valor de la moneda doméstica en relación a la extranjera; devaluaciones/revaluaciones nominales afectan a la tasa de inflación doméstica a través de un proceso de formación de precios con rezagos. Luego, el banco central intenta mantener el tipo de cambio real dentro de una banda preestablecida. La propiedad de estacionariedad del TCR le da a la autoridad monetaria cierto grado de libertad para perseguir otros objetivos debido a que las desviaciones respecto a la paridad central se espera que sean transitorias y autoajustables. Por ejemplo, la tasa de interés puede ser usada activamente como instrumento anti-cíclico[5].

4 En este modelo simplificado, no existe intermediación, y la base monetaria coincide con la oferta monetaria.

5 Sin embargo, el uso de la tasa de interés como instrumento monetario usualmente es desincentivado por la inestabilidad en los precios que ello origina. En consecuencia, parecería que las autoridades deberían actuar con cautela en el ejercicio de su relativa independencia monetaria.

Adaptando a Svensson (1993, op.cit.) a este caso particular, la paridad central se considera como un proceso discontínuo que es constante, excepto en los momentos de reajuste, donde se produce un salto discreto. Los participantes del mercado, sin embargo, tienen expectativas de realineación y se asume que están formadas por dos componentes. El primero, v_t, es exógeno al banco central (puede depender de variables como el desempleo, capacidad de competencia relativa, la cuenta corriente, etc.) y considerado como un proceso estocástico exógeno. El segundo componente, se asume que depende positivamente en el desvío actual del TCR respecto a la paridad central y, por simplicidad, se asume que es proporcional a h_t. Entonces, la tasa esperada de realineación está dada por:

$$E_t (f_{t+1} - f_t) = v_t + \gamma h_t \tag{2.7}$$

donde γ es una constante no negativa[6].

La ley de movimiento de la inflación doméstica[7] está dada por:

$$\pi_t = b_1 \pi_{t-1} + b_2 \pi_{t-3} + b_3 \delta_t + b_4 \delta_{t-1} + \\ + b_5 (p_{t-1} - a_1 s_{t-1} - a_2 M_{t-1} - a_3 i_{t-1}) + e_{\pi t} \tag{2.8}$$

Resolviendo (2.3) para i_t, y nombrando $\theta_{2t} = ky_t - \theta_{1t}$ a la perturbación compuesta, se tiene:

$$i_t = - \frac{1}{\alpha} (m_t - \theta_{2t}) \tag{2.9}$$

De (2.4), el cambio esperado en el TCR es:

$$E_t (q_{t-1} - q_t) = E_t \delta_{t+1} + E_t \pi^*_{t+1} - E_t \pi_{t+1} \tag{2.10}$$

6 La ecuación (2.7) describe cómo se forman las expectativas privadas de realineación y *no necesariamente* una regla de comportamiento para el banco central. Esto puede interpretarse como representativo de una situación donde el banco central está firmemente comprometido a una paridad central constante pero ese compromiso no es creído por los agentes, quienes tienen expectativas de una realineación.

7 Un análisis más detallado de la formación de precios se presenta en el apéndice 1.

mientras, por (2.6), la tasa esperada de devaluación nominal es:

$$E_t\, \delta_{t+1} = i_t - i^*_t - r_t \qquad (2.11)$$

De (2.8), la tasa esperada de inflación doméstica es:

$$E_t\, \pi_{t+1} = b_1\, \pi_t + b_2\, \pi_{t-2} + b_3\, E_t\, \delta_{t+1} + b_4\, \delta_t +$$

$$+ b_5\, (p_t - a_1\, s_t - a_2\, M_t - a_3\, i_t) \qquad (2.12)$$

Y, de (2.5), el cambio esperado en el desvío respecto a la paridad central es:

$$E_t\, (h_{t+1} - h_t) = E_t\, (q_{t+1} - q_t) - E_t\, (f_{t+1} - f_t) \qquad (2.13)$$

Primero, sustituyamos (2.11) y (2.12) en (2.10); luego, incorporemos el resultado obtenido junto con (2.7) en (2.13) y, finalmente, recordemos que (2.11) se cumple en todo momento t. En consecuencia, el valor esperado de los desvíos de la paridad central puede ser expresado como:

$$E_t\, h_{t+1} = i_t - (1 - b_3)(i^*_t + r_t) - v_t + \frac{b_3 - b_5\, a_3}{\alpha}\, \theta_{2t} + b_6\, \pi^*_t +$$

$$- (b_1 + b_5 + \frac{b_3 - b_5\, a_3}{\alpha})\, \pi_t + (\frac{b_3 - b_5\, a_3}{\alpha} + b_5\, a_2)\, m_t +$$

$$- (b_4 - b_5\, a_1)\, (i_{t-1} - i^*_{t-1} - r_{t-1}) + b_5\, (1 - a_1 - a_2)\, \pi_{t-1} +$$

$$+ b_5\, a_1\, (h_{t-1} - f_{t-2} - v_{t-2} - \gamma\, h_{t-2} - p^*_{t-2} - \pi^*_{t-1}) +$$

$$+ b_5\, (1 - a_1 - a_2)\, p_{t-3} + (1 - \gamma)\, h_t \qquad (2.14)$$

Entonces, **el modelo** se reduce a:

$$i_t = - \frac{1}{\alpha}\, (m_t - \theta_{2t}) \qquad (2.15a)$$

$$\pi_t = b_1\, \pi_{t-1} + b_2\, \pi_{t-2} + b_3\, \delta_t + b_4\, \delta_{t-1} +$$

$$+ b_5\, (p_{t-1} - a_1\, s_{t-1} - a_2\, M_{t-1} - a_3\, i_{t-1}) + \varepsilon_{\pi_t} \tag{2.15b}$$

$$E_t\, h_{t+1} = i_t - (1-b_3)\, (i^*_t + r_t) - v_t + \frac{b_3 - b_5\, a_3}{\alpha}\, \theta_{2t} + b_6\, p^*_t +$$

$$- (b_1 + b_5 + \frac{b_3 - b_5\, a_3}{\alpha})\, \pi_t + (\frac{b_3 - b_5\, a_3}{\alpha} + b_5\, a_2)\, m_t +$$

$$- (b_4 - b_5\, a_1)\, (i_{t-1} - i^*_{t-1} - r_{t-1}) + b_5\, (1 - a_1 - a_2)\, \pi_{t-1} +$$

$$+ b_5\, a_1\, (h_{t-1} - f_{t-2}\, v_{t-2} - \gamma h_{t-2} - p^*_{t-2} - \pi^*_{t-1}) +$$

$$+ b_5\, (1 - a_1 - a_2)\, p_{t-3} + (1 - \gamma)\, h_t \tag{2.15c}$$

$$m_t = m_{t-1} + \mu_t - \pi_t \tag{2.15d}$$

y

$$\pi^*_t = b_6\, \pi^*_{t-1} + \varepsilon_{\pi^*_t} \tag{2.16a}$$

$$\theta_{2t} = (1 - \rho_\theta\, dt)\, \theta_{2t-1} + \varepsilon_{\theta 2t} \tag{2.16b}$$

$$i^*_t = (1 - \rho_{i*}\, dt)\, i^*_{t-1} + \varepsilon_{i^*_t} \tag{2.16c}$$

$$r_t = (1 - \rho_r\, dt)\, r_{t-1} + \varepsilon_{rt} \tag{2.16d}$$

$$v_t = (1 - \rho_v\, dt)\, v_{t-1} + \varepsilon_{vt} \tag{2.16e}$$

donde μ_t es la variable de control; i_t, m_t, π_t y h_t son endógenas; $\pi_t{}^*$ es exógena y θ_{2t}, $i_t{}^*$, r_t y v_t son también exógenas y modeladas como procesos AR(1) con constantes ρ_j ($j = \theta_2$, i^* , r, v) satisfacen $0<\rho_j\, dt<1$. El vector de perturbaciones de dimensiones (6x1), ($\varepsilon_{\pi t}$, $\varepsilon_{\pi^*_t}$, $\varepsilon_{\theta 2t}$, $\varepsilon_{i^*_t}$, ε_{rt}, ε_{vt}) es un proceso multivariado, ruido blanco y con matriz da varianzas y covarianzas dada por

$$\mathrm{var}(\varepsilon_{jt}) = \sigma_j^2 \, dt \qquad \mathrm{cov}(\varepsilon_{jt}\, \varepsilon_{it}) = \sigma_{ji}\, dt.$$

Finalmente, el banco central puede tener varios objetivos pero solamente un instrumento (las intervenciones) y al variar los pesos de aquellos objetivos por separado, surgen las diferentes alternativas. Más específicamente, el banco central trata de minimizar una suma ponderada de los siguientes objetivos:

(1) el nivel de variabilidad del tipo de cambio real, en relación a su paridad central;
(2) el nivel de variabilidad de la tasa de interés doméstica;
(3) la variabilidad semanal del tipo de cambio real;
(4) la variabilidad semanal de la tasa de interés doméstica;
(5) la variabilidad del nivel de inflación;
(6) la variabilidad semanal de la inflación;
(7) las intervenciones. Entonces, el valor óptimo del problema de optimización puede escribirse como:

$$\min_{u_t} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^{tdt} \Big[\alpha_1 h_t^2 + \alpha_2 i_t^2 + \alpha_3 \frac{(h_t - h_{t-1})^2}{dt} + \alpha_4 \frac{(i_t - i_{t-1})^2}{dt} + \alpha_5 \pi_t^2 + \alpha_6 \frac{(\pi_t - \pi_{t-1})^2}{dt} + \alpha_7 \frac{u_t^2}{dt} \Big] dt \qquad \textbf{(2.17)}$$

sujeto a (2.15a) - (2.15d) y a (2.16a) - (2.16e); p_{t-3} y f_{t-2} son dados; β, $0<\beta<1$, es un factor de descuento; α_j, j = 1, ..., 7, son pesos dados para los diferentes objetivos; las primeras diferencias están ajustadas a escala por 1/dt y toda la función objetivo lo está por dt, de forma de hacerlos aproximadamente invariantes ante cambios en la extensión del período dt.

Este problema puede formularse como un modelo dinámico estocástico no lineal. El vector de variables de estado Z_t está dado por:

$$Z_t = (p_{t-3}, p^*_{t-2}, f_{t-2}, v_{t-2}, \pi_{t-2}, h_{t-2}, m_{t-1}, i_{t-1}, i^*_{t-1}, r_{t-1}, v_{t-1}, \pi^*_{t-1}, \pi_{t-1}, h_{t-1}, \theta_{2t}, i^*_t, r_t, v_t, \pi^*_t, \pi_t, h_t) \qquad \textbf{(2.18)}$$

y $\mu_t = m_t - m_{t-1} + \pi_t$ es la variable de control.

El modelo puede escribirse como un problema lineal cuadrático:

$$J(X_1) = \min_{u_t} E_t \sum_{t-1}^{\infty} \beta^{(t-1)dt} [Z_t' Q Z_t + 2Z_t' U \mu_t + \mu_t' R \mu_t] \quad (2.19)$$

sujeto a las restricciones lineales:

$$\begin{bmatrix} X_{t-1} \\ E_t Y_{t-1} \end{bmatrix} = A Z_t + B \mu_t + \begin{bmatrix} \varepsilon_{Xt-1} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

Evidentemente, éste no es un problema lineal cuadrático estándard, porque el último componente del vector de estados, $Y_t = h_t$, no es predetermindado y depende de valores futuros[8 9]. En particular, Backus y Driffill (1986) presentan una solución a esta variante, la que es usada en este trabajo (Apéndice 2).

II.2 COMPROMISO VS. DISCRECION

Cuando el problema de optimización tiene variables no predetermindas, surgen problemas de consistencia temporal. Como señala Svensson,

> "la solución depende de si el banco central puede o no comprometerse a una regla para sus intervenciones. Si el banco central puede comprometerse a una regla... , (3.15) y (3.16) ...son las únicas restricciones del problema. Bajo esta situación, 'compromiso', la política de intervención óptima puede mostrarse que implica que las intervenciones en períodos futuros t, μ_t, serán una función lineal de las variables predetermindas en el período t, X_t, y... las variables no predeterminadas en el período t, $Y_t = h_t$ ...también. Si el banco central no puede comprometerse a seguir la regla, después del primer período tendrá un incentivo a desviarse de la regla, reoptimizar y anunciar una nueva regla. En esta situación el banco central sigue un comportamiento 'temporalmente inconsistente'. Entonces, bajo 'discreción', reoptimiza en cada período. Intuitivamente, puede

8 Una variable predeterminada es función solamente de variables conocidas en el momento t, es decir, de variables que están dentro del conjunto de información en el momento t, Ω_t. Una variable no predeterminada P_{t+1} puede ser una función de cualquier variable en el conjunto de información en t+1, Ω_{t+1} , de modo que puede concluirse que $P_{t+1} = {}_tP_{t+1,}$ solamente si las realizaciones de todas las variables en ${}_{t+1}$ son iguales a sus expectativas condicionales a Ω_t . (Blanchard, O. J. y C. Khan, 1980, pp.1305).

9 Esta solución mira hacia adelante en el sentido de que la variable no predeterminada, h_t, depende del pasado solamente a través de su efecto en las variables predeterminadas corrientes.

> verse como si el banco central eligiera en cada período el TCR que minimiza su función objetivo, ... independientemente de lo que ha anunciado y prometido hacer. (Svensson, op.cit. Traducción propia).

En consecuencia, las intervenciones en cada período ya no pueden depender de h_t, sino solamente de las variables predeterminadas en el período. Y en un equilibrio de expectativas racionales los agentes privados incorporan esta restricción a sus expectativas.

> "... Las variables no predeterminadas de este período solamente dependerán de las variables determinadas de este período y las expectativas para el próximo período de las variables predeterminadas solamente dependerán de las expectativas para el próximo período de las variables predeterminadas en el próximo período." (op.cit.).

Formalmente, esto significa que bajo discreción, la restricción:

$$E_t Y_{t-1} = C_1 E_{t+1} X_{t+1}, \quad Y_t = C_1 X_t \tag{2.21}$$

se impone junto con (2.15) y (2.16), donde la matriz endógena C_1 es un vector[10] de dimensiones (1x20), X_t es un vector de variables predeterminadas de dimensiones (20x1) y Y_t es un vector de variables no predeterminadas de dimensiones (1x1):

$$Z_t = \begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \end{bmatrix} \tag{2.22}$$

Svensson (op.cit.) señala que, aparentemente, no existen formas en que el banco central pueda comprometerse a una regla de intervención particular dentro de la banda; el comportamiento discrecional sería a su entender el más realista y relevante. Esas consideraciones resultan aún más COMPELLING al considerar una banda de flotación para el TCR.

10 En el esquema lineal cuadrático, la dependencia es lineal.

III. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

III.1 PARAMETROS

En el Cuadro III.1 se presentan los valores de los parámetros usados en las simulaciones. La longitud del período dt es una semana. El parámetro α se fija en 0.25 al año, siguiendo a Della Mea (1989). Se utilizan tasas de interés mensuales; por lo tanto, la constante T, el período de madurez, es igual a cuatro.

Los parámetros de la ley de movimiento para la inflación doméstica provienen de una estimación de MCO basada en una especificación de corrección de errores. El parámetro en la ley de movimiento de la inflación externa relevante es una estimación por MCO con una especificación autoregresiva de primer orden. Las series usadas son: p_t, logaritmo del índice de precios al consumo doméstico; p^*_t, logaritmo de un índice (geométrico) agregado de precios al por mayor de los nueve socios comerciales más importantes de Uruguay, ponderados por su participación relativa en el comercio total; M_t, logaritmo de la base monetaria; s_t, logaritmo del tipo de cambio nominal expresado como pesos uruguayos por dólares americanos; i_t, logaritmo de uno más la tasa nominal de interés mensual en pesos uruguayos; i^*_t, logaritmo de uno más la LIBOR a un mes de plazo.

La tasa de reversión hacia la media ρ_{i*} y la tasa de varianza de i^*, σ^2_{i*}, provienen de estimaciones de una regresión univariada AR(1), con un rezago de una semana, sobre la LIBOR mensual (diciembre 1991-mayo 1995). Los parámetros correspondientes para el shock compuesto, las expectativas privadas de realineación y el premio por riesgo, son supuestos, lo que en realidad no afecta los resultados.

Se usaron cuatro valores diferentes para γ, la sensibilidad de la tasa esperada de realineación a las desviaciones del RER de su paridad central: 0, 0.5, 1 y 1.5 al año.

El factor de descuento anualizado β se fija en 0.9, lo que corresponde a $\beta^{1/52} = 0.9989$ en una semana. El peso de la función objetivo α_7 respecto a las intervenciones se fija igual a cero, en el supuesto de ínfimos costos de intervención para el banco central.

El número de replicaciones dentro de la muestra es 228; el número de replicaciones fuera de la muestra es 3.000 y los valores medios de las variables endógenas luego de estas replicaciones fueron los utilizados para todas los cálculos futuros.

CUADRO III.1 VALORES DE LOS PARAMETROS
$dt = 1/52$ al año
$\alpha = 0.25$ al año
$T = 4$ semanas
$a_1 = 0.3702$
$a_2 = 0.6882$
$a_3 = 0.1560$
$b_1 = 0.3509$
$b_2 = 0.4018$
$b_3 = 0.1099$
$b_4 = 0.1180$
$b_5 = -0.0359$
$b_6 = -0.2336$
$\rho_v = 0.039$ al año
$\rho_{\theta 2} = 0.20$ al año
$\rho_r = 0.045$ al año
$\rho_{i*} = 0.026$ al año
$1-\rho_v\, dt = 0.9985$
$1-\rho_{\theta 2}\, dt = 0.996$
$1-\rho_r\, dt = 0.9982$
$1-\rho_{i*}\, dt = 0.9990$
$\sigma^2_v = 0.0026$ por ciento al año
$\sigma^2_{\theta 2} = 74.20$ por ciento al año
$\sigma^2_r = 0.20$ por ciento al año
$\sigma^2_{i*} = 0.0128$ por ciento al año
$\sigma^2_{\pi*} = 4.70$ por ciento al año
$\sigma^2_\pi = 1.90$ por ciento al año
$\sigma^2_{ij} = 0$ $(i,j=v,\ \theta_2,\ r,\ i^*;\ i=j)$
$\gamma = 0,\ 0.5,\ 1,\ 1.5$ al año
$\beta = 0.9$ (anualizado), $\beta^{1/52} = 0.9980$
$\alpha_7 = 0$
NR1 = 228
NR2 = 3.000

III.2 DIFERENTES CASOS

El trade off entre suavizar la tasa de interés y ampliar la banda del tipo de cambio real puede operacionalizarse cambiando los pesos de los parámetros en la función objetivo (α_i, i = 1,..., 7) . Para cada uno de los cuatro valores de γ, se consideran seis juegos de pesos, por lo que finalmente se analizan 24 casos diferentes, tanto bajo compromiso como bajo discreción (Cuadro III.2).

El Caso 1 considera variabilidad mensual solamente para el TCR mientras el Caso 2 solamente para la tasa de interés, mostrando los extremos de estabilización total para el TCR y la tasa de interés, respectivamente. Los Casos 4 y 5 minimizan la variabilidad mensual para más de una variable; los Casos 3 y 6 consideran tanto variabilidad mensual como semanal para ambas variables y para la tasa de interés. En todos los casos, el costo de las intervenciones se asume nulo.

CUADRO III.2 DIFERENTES CASOS (según α)

Caso N°	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7
1	1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0
3	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0
4	0.50	0.50	0	0	0	0	0
5	0.33	0.33	0	0	0.37	0	0
6	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0

III.3 PRINCIPALES RESULTADOS

Para cada valor de γ, se calcularon dos políticas óptimas, una bajo compromiso y otra bajo discreción. Ceteris paribus, para los mismos valores de los α's, solamente en tres de los casos el valor óptimo de la función objetivo es más bajo cuando el banco central reoptimiza en cada período, más bien que cuando se compromete a una regla invariante por todo el horizonte de planeación (Véase Cuadros III.3 y III.4)[11] . Pero, en todos los casos analizados, si el banco central sigue una regla de política temporal-

11 Esto es, Casos 1, 4 y 5, cuando el valor del parámetro es cero y ya sea que el TCR se estabiliza completamente o el banco central tiene solamente objetivos de largo plazo.

mente consistente, la tasa de inflación, el tipo de cambio real y la tasa de interés nominal son más volátiles. Como resultado, existe un incentivo poderoso para que el banco central no mantenga su compromiso, reoptimice y siga una nueva regla en cada período. Parecería como si no existiera una tecnología sostenible que pudiera comprometer al banco central. Este resultado aparece como consistente con cierto escepticismo en la literatura respecto al realismo del comportamiento de compromiso del banco central cuando está funcionando una zona objetivo para el tipo de cambio. Intuitivamente, cuando es el TCR el que debe mantenerse dentro de cierto rango, la probabilidad de que el banco central se aferre a una política de intervenciones invariante en el tiempo parece mucho más baja. Sin duda, es mucho más difícil controlar una variable real que una nominal. Estas consideraciones han guiado el análisis de esta subsección y la determinación del énfasis dado a la solución discrecional.

Bajo *compromiso*, para los valores considerados de los parámetros, parece que no existe una única combinación de parámetros que garantice suavizar tanto la tasa de interés como el tipo de cambio al mismo tiempo. En consecuencia, el banco central tiene que elegir la combinación más acorde a sus intereses. En efecto, la menor volatilidad de la tasa de interés puede ser lograda atendiendo costos de largo y corto plazo conjuntamente (Caso 6), independientemente del valor de γ; la menor volatilidad del TCR requiere la consideración de los costos de largo plazo, es decir, de la variabilidad mensual (Caso 5). Bajo *discreción*, sin embargo, no existe tal trade off y, para cada valor de γ, la menor variabilidad en la tasa de interés puede obtenerse con la misma combinación de α's que llevan a la banda más estrecha - es decir, a la menor volatilidad en el TCR - (Casos 4 y 5).

La banda implícita para el TCR puede ser operacionalmente definida como ± 3 veces su desviación estándar[12]. Asumiendo que el TCR se distribuye normalmente, la probabilidad de estar fuera de la banda es meramente 0.27 por ciento, lo que en promedio podría ocurrir solamente un día en las 228 semanas consideradas en la muestra[13]. Aunque el supuesto de

12 Williamson y Miller (op.cit.) proponen bandas bastante amplias, de +10 por ciento alrededor de un nivel objetivo, como un remedio contra la excesiva volatilidad del tipo de cambio real.

13 La muestra considerada en las simulaciones es de 228, correspondiendo a cuatro años y nueve meses, aproximadamente el horizonte de planeación máximo en el que un gobierno democrático en Uruguay puede planear su estrategia.

normalidad en la distribución es un supuesto fuerte, resulta útil como referencia teórica.

Volvamos al Cuadro III.4, el que resume los resultados bajo *discreción*. Asumamos que el banco central se preocupa solamente por suavizar tanto la tasa de interés, el TCR y la inflación así como los costos totales de la inestabilidad (Casos 5 y 6). En otras palabras, la independencia monetaria por la banda se usa para estabilizar la inflación y suavizar la tasa de interés. Bajo discreción, la mejor regla de política parece ser concentrarse en minimizar costos mensuales (Caso 5), para cualquier valor de γ. Esta es otra diferencia con la solución bajo compromiso, donde la mejor regla de política era tener objetivos de largo y de corto plazo (Caso 6 en el Cuadro III.3). Además, desaparece el trade off entre una tasa de interés menos volátil y una banda de flotación más amplia porque, si la autoridad monetaria no tiene que honrar el mismo compromiso durante todo el horizonte de planeación, ambos objetivos pueden lograrse si las autoridades se concentran solamente en los costos de largo plazo (Casos 4 y 5, dependiendo del valor de γ). Cuando las expectativas privadas de realineación de la paridad central son independientes de las desviaciones actuales del TCR (γ es cero), teniendo objetivos de largo plazo en los tres (TCR, i, π) las autoridades podrían reducir la desviación estándar de la tasa de interés en 3.58 puntos. Eso requeriría una banda implícita de ±8.13 por ciento (± 3 por 2.7 por ciento) y la desviación estándar del TCR también podría reducirse en 14.50 puntos (de 17.21 a 2.71 por ciento). Cuando está en el entorno de [0.5, 1], excluyendo de la optimización a los costos asociados a la variación de la inflación mensual, el banco central podría reducir la desviación estándard de la tasa de interés en 6.15 y 4.50 puntos, respectivamente. Y cuando γ es mayor a uno, si se incluye la variabilidad de la inflación como un costo adicional de largo plazo, la desviación estándard de la inflación se podría reducir en 5.61 puntos. Pero a medida que aumenta, también crece el ancho de la banda implícita requerida para estabilizar a la tasa de interés. Esta es otra diferencia con el resultado bajo compromiso, ya que en aquél caso la banda implícita se reducía a medida que γ aumentaba[14].

14 Por ejemplo, bajo discreción, la banda implícita varía de ± 8.13 por ciento (3 por 2.71 por ciento) cuando γ es cero, ±13.56 por ciento cuando γ es 0.5, ±9.63 por ciento cuando es 1 hasta ± 11.73 por ciento cuando γ es 1.5. Para la solución bajo compromiso, los valores de la banda son ± 263.70, ± 265.65, ± 247.62 y ±233.55 por ciento, respectivamente.

Dado que la desviación estándard del TCR para el período considerado es alrededor de 17.21 por ciento, la implementación de una zona objetivo siguiendo una política discrecional podría llegar a reducir la volatilidad de aquél en aproximadamente 13 puntos (comparando 2.71-3.91 con 17.21 por ciento) y la tasa de interés podría ser suavizada en aproximadamente cuatro puntos. Bajo compromiso, una reducción de 2/5 puntos en la desviación estándard de la tasa de interés requeriría un incremento superior a 60 puntos en la variabilidad del TCR.

La mejor alternativa siempre implica la consideración de más de un objetivo. Como en el caso de la banda de flotación para el tipo de cambio nominal, tener más de un objetivo es como atarse de manos , lo que muchas veces puede mejorar la situación si hay un problema de consistencia temporal. Aquí, contrariamente al caso analizado por Svensson, los resultados empeoran si se consideran en la función objetivo los costos asociados a la inestabilidad de corto plazo (una semana)[15] y ampliar los objetivos dificulta el cumplimiento de los anteriores.Bajo discreción, los valores corrientes del TCR y de la tasa de interés solamente pueden depender de los valores corrientes de las variables predeterminadas[16] . Cuando importa solamente reducir la variabilidad mensual, bajo discreción hay un incentivo a desviarse y llevar inmediatamente al TCR y a la tasa de interés al valor de sus medias de largo plazo. Como el mercado incorpora este incentivo, se impone una restricción al problema. Pero los efectos de las intervenciones del banco central en el TCR y la tasa de interés en parte están mitigados por los precios domésticos, porque la inflación doméstica se ve afectada por los movimiento en el tipo de cambio nominal una vez que cambia la oferta monetaria. Ahora, intentar minimizar también costos semanales puede resultar una tarea nada fácil. Por tanto, los resultados presentados en esta subsección no sustentan el uso de objetivos intermedios - esto es, de instrumentos de compromiso - en una zona objetivo para el TCR.

15 La desviación típica de la tasa de interés aumenta más de diez veces e impone una zona objetivo más amplia.

16 Recordemos que se incorporó la restricción $Y_t = C_1 X_t$ al modelo.

CUADRO III.3 RESULTADOS BAJO COMPROMISO

Gamma	Caso N°	Desviación Estándar (en %)				Valor Optimo del problema
		h	i	π	μ	
Actual	-	17.21	7.2	1.90	7.51	-
0	0	6.08	454.54	9.28	66.98	37
	1	91.60	1.49	1.38	0.39	248.743
	2	92.37	9.36	1.87	2.65	3.48e+8
	4	53.91	40.39	1.39	11.96	154.037
	5	53.36	42.64	1.33	14.27	89.622
	6	87.90	6.83	1.39	1.81	1.08e+8
0.5	3	90.70	9.00	1.35	2.44	3.45e+8
	4	55.83	38.76	1.36	11.51	42.623
	5	55.27	39.96	1.30	13.36	187.770
	6	88.55	6.50	1.35	1.85	1.08e+8
1	3	82.36	9.49	1.30	2.64	3.45e+8
	4	54.46	35.64	1.34	10.61	42.390
	5	54.95	36.90	1.28	12.33	17.958
	6	82.54	6.87	1.30	1.93	1.08e+8
1.5	3	77.27	10.27	1.25	2.64	3.45e+8
	4	55.77	32.74	1.33	9.72	41.977
	5	54.45	33.71	1.26	11.26	17.680
	6	77.85	6.56	1.24	1.77	1.08e+8

Notas: (1) Los casos de la columna dos son los detallados en el Cuadro III.2. (2) En la columna tres, la primer fila se detallan las desviaciones estándares de las series verdaderas: el TCR efectivo, la tasa de interés nominal doméstica, la tasa de inflación doméstica y los cambios en la base monetaria. En el resto de las filas se muestran las desviaciones estándares para las series simuladas bajo diferentes alternativas de y de objetivos. (3) En la columna cuatro se presenta el valor óptimo del problema, computado como:

$$J(X_1) = X_1' V^* X_1 + \frac{\beta^{dt}}{1 - \beta^{dt}} \textit{traza } [V^* \Sigma_{XX}]$$

CUADRO III.4 RESULTADOS BAJO DIRECCION

Gamma	Caso N°	Desviación Estándar (en %)				Valor Optimo del problema
		h	i	π	μ	
Actual	-	17.21	7.25	1.90	7.51	-
0	0	4.81	8.06	0.11	1.00	-3
	1	9.61	1.38	0.09	0.37	249.543
	2	23.85	53.58	0.50	2.22	1e+10
	4	2.86	7.07	0.18	2.09	54.928
	5	2.71	3.67	0.07	1.20	24.935
	6	18.88	42.11	0.40	1.48	2.14e+9
0.5	3	41.85	94.91	0.89	2.44	1e+10
	4	4.52	1.11	0.07	0.32	44.418
	5	5.83	3.14	0.11	1.06	19.223
	6	21.71	48.80	0.47	1.52	2.29e+9
1	3	20.53	45.33	0.43	2.25	1e+10
	4	3.21	2.75	0.06	0.79	43.422
	5	4.48	3.36	0.11	1.13	18.686
	6	13.83	28.09	0.26	1.61	2.23e+9
1.5	3	25.22	55.94	0.52	2.27	1.1e+10
	4	4.91	3.28	0.11	0.97	42.987
	5	3.91	1.64	0.07	0.54	18.438
	6	16.70	36.24	0.34	1.46	2.28e+9

Notas: (1) y (2) Idem Cuadro III.3. (2) El valor óptimo del problema se presenta en la columna cuatro y fue computado como:

$$J(X_1) = X_1' \, V^* \, X_1 \, dt + \frac{\beta^{dt}}{1 - \beta^{dt}} \, traza \, [V^* \, \Sigma_{XX} \, dt]$$

IV. COMENTARIOS FINALES

En este trabajo se ha analizado la política de intervención óptima en un sistema de bandas de flotación. El banco central cuenta con cierto grado de independencia monetaria debido a que puede controlar, en cierta medida, la tasa de interés doméstica, aún con libre movilidad de capitales. Ese control sobre la tasa de interés, limitado a tasas de corta madurez y a sus fluctuaciones de corto plazo, permite fijarla a un nivel diferente del internacional y brinda la posibilidad de perseguir otros fines, como estabilizar el producto, la inflación, el tipo de cambio real (TCR).

Para los valores de los parámetros usados, se encontró que la solución bajo compromiso no es creíble. Todo lo contrario, luego del primer período el banco central tiene un incentivo para desviarse de la regla, reoptimizar y anunciar una nueva regla porque de ese modo es posible reducir la volatilidad de la tasa de inflación, la tasa de interés y el TCR. Tener muchos objetivos puede mejorar el resultado cuando existe un comportamiento temporalmente inconsistente de este tipo, pero demasiados objetivos pueden aumentar la inestabilidad. Los efectos de las intervenciones del banco central están en parte mitigadas por los precios domésticos, debido a que los cambios en la oferta monetaria afectan al tipo de cambio nominal y éste, a través de un proceso de rezagos, a la inflación. Entonces, intentar también minimizar los costos asociados a las variabilidades semanales de la tasa de interés, la inflación y el TCR, puede resultar una tarea nada fácil ni exitosa para la autoridad monetaria en el corto plazo. Finalmente, los resultados alcanzados en este trabajo no sustentan el uso de objetivos intermedios - los objetivos de compromiso - en un sistema de bandas para el TCR.

La política óptima parecería ser seguir una conducta discrecional que se concentre en minimizar los costos asociados a la variabilidad mensual originados en las desviaciones respecto a la paridad central, la tasa de interés doméstica y la tasa de inflación, dejando de lado los objetivos de corto plazo. De esa forma, cuando γ vale uno y si el banco central se concentra solamente en minimizar la inestabilidad mensual, sería posible reducir la desviación estándard de 7.25 a 2.75 por ciento y la del RER de 17.21 a 3.21, lo que implicaría una reducción de la banda de ± 42 por ciento (de ± 51.63 por ciento a ± 9.63 por ciento). Esta es otra diferencia con la solución de compromiso, donde la banda implícita disminuye a medida que γ aumenta.

La política de intervención descansa en la siguiente intuición. Cuando existe una banda sobre el tipo de cambio nominal, el banco central debería siempre

> ... apoyarse contra el viento para todos los shocks excepto los shocks provenientes de la tasa de interés externa, la tasa esperada de realineación y el premio por riesgo cambiario. (Svensson, op.cit.).

Pero si el banco central implementa una banda para el TCR y desea minimizar su variabilidad, debería apoyarse también contra esos shocks y en favor del shock compuesto (velocidad de circulación y producto); si desea minimizar la variabilidad de la tasa de interés debería seguir la dirección del shock compuesto y del proveniente de la inflación doméstica.

Resulta importante señalar que uno de las justificaciones más importantes para poner en práctica una zona objetivo es la explotación de la propiedad de reversión hacia la paridad central, que habilita al banco central a realizar meras intervenciones intramarginales para defender los límites de la banda. Esta actitud le da a la autoridad monetaria cierto grado de credibilidad en el largo plazo (Bernanke y Mishkin, 1992) y considerable discreción en el corto. Como resultado, una banda para el TCR podría brindar una combinación similar de reversión en el largo plazo y discreción en el corto aunque muchas veces la abstención en utilizar la independencia monetaria puede incrementar la credibilidad en la propia banda.

Las zonas objetivo fueron diseñadas para evitar el desarrollo de desequilibrios excesivos en cuenta corriente originados en tipos de cambio no alienados. La cuestión es si las zonas objetivo para el TCR pueden llegar a ser una disciplina efectiva para influenciar las políticas macroeconómicas domésticas de forma tal de ser consistentes con el objetivo externo. Aún una simple regla a la Dornbusch[17] puede generar indeterminación del equilibrio competitivo y fluctuaciones económicas endógenas debido a expectativas autorrealizadas (Uribe, 1995)[18]. Y último pero no

17 Tal regla consiste en incrementar la tasa de devaluación cuando el tipo de cambio real está por debajo de su nivel de largo plazo y en reducirlo cuando el tipo de cambio real está por encima de su nivel de largo plazo.

18 El resultado es mayor volatilidad de las variables nominales y mejores condiciones para la estabilización en las variables nominales y reales cuando las fluctuaciones provienen de desviaciones aleatorias pero persistentes de la propia regla de PPP.

menos importante, la implementación de una zona objetivo para el TCR tiene sentido únicamente si existe una base razonablemente firme para identificar un concepto apropiado de tipo de cambio de equilibrio y para estimar su valor. La incertidumbre involucrada en los cálculos de la PPP debe tenerse muy presente. Además, los movimientos en el TCR son particularmente importantes en países relativamente pequeños, cuyos términos de intercambio y flujos sostenibles de capital pueden cambiar significativamente en el tiempo.

En resumen, si las autoridades se preocupan por preservar y mejorar la competitividad de las exportaciones y la posición de la cuenta corriente, al tiempo de tratar de evitar las posibles consecuencias inflacionarias de las devaluaciones nominales, parecería menos riesgoso tener una zona objetivo sobre el tipo de cambio nominal. El ancho óptimo de la banda puede verse como el resultado de un problema de optimización que considera el trade-off entre, por un lado, mover el TCR en una dirección y mejorar la estabilidad del tipo de cambio y de los precios, por otro lado, como en Cukierman, Kiegel y Liederman (1993). En esencia, el ancho óptimo se determina igualando los beneficios de la credibilidad y los costos de una menor flexibilidad.

El análisis hecho en este trabajo, sin embargo, presenta ciertas limitaciones. Primero, solamente la reducción de la variabilidad relativa a la tasa de interés, la inflación doméstica y el TCR es considerada como objetivo del banco central y usada para cuantificar el grado de independencia monetaria. Segundo, aunque los diferentes anchos de bandas tienen impactos reales, este estudio no analiza los efectos reales que las intervenciones óptimas tienen sobre la inversión, el producto o el desempleo. Tercero, la formalización de las tasas esperadas de realineación está simplificada, ya que aquéllas deben de estar vinculadas de una forma un tanto más compleja a la política de intervención dentro de la banda. Cuarto, algunos de los parámetros utilizados en las simulaciones caracterizan a shocks que se asumen son identificables por el banco central. Por tanto, una extensión posible de este modelo es considerar shocks observados de forma no perfecta, utilizando por ejemplo métodos de filtros de Kalmar o una estimación de los parámetros del modelo a través del método de Momentos Generalizados.

APENDICE 1: ECUACION DE PRECIOS

Se testea la existencia de una relación de largo plazo entre los precios domésticos, dinero (M1), el tipo de cambio nominal y la tasa de interés nominal doméstica para la economía uruguaya. Aunque estas series no son estacionarias, una combinación de ellas evoluciona de forma un tanto estable; podrían estar cointegradas y sería viable la estimación mediante una especificación de corrección de errores.

CUADRO A.1 ANALISIS DE ESTACIONARIEDAD

Serie	Constante	Tendencia	ADF-t	ASF-DW	I(#)
LP	S	N	1.3169	2.03	1
LM1	S	S	-1.7730	2.00	1
LNE	N	N	5.3032	2.00	1
LI	S	N	1.8563	2.02	1
D(LP)	S	N	-4.9349	2.04	0
D(LM1)	S	N	-8.0051	2.00	0
D(LNE)	N	N	-6.3858	2.00	0
D(LI)	N	N	-7.6921	2.03	0

Notas: (1) Todas las series están en logaritmos. (2) LP = Indice de precios del consumo; LM1 = Efectivo en poder del público + Depósitos a la vista en los bancos; LNE = Tipo de cambio nominal ($/U$S); LI = 1 + Tasa de interés nominal doméstica a 30 días; D(X.) = indica primeras diferencias de la serie X. (3) Las columnas dos a la seis muestran los resultados de los test de Dickey-Fuller aumentado practicados a cada serie, donde: S = Sí; N = No; ADF-t = valor del estadístico t para la hipótesis nula de no estacionariedad; ADF-DW = valor del estadístico de Durbin Watson; I(#) = orden de integración. (4) Los valores críticos de McKinnon son:
LP, D(LP) y D(LNE) = -3.4563, -2.8729, -2.5728; LNE = -3.9947, -3.4281, -3.3175;
LM1 = -2.5732, -1.9410, -1.6164; LI = -3.4585, -2.8738, -2.5732; D(LM1) = -2.5731, -1.9410, -1.6164;
D(LI) = -2.5390, -1.9411, -1.6164, para 1%, 5% y 10%, respectivamente

Los resultados presentados en el Cuadro A.1 muestran que todas las series son integradas de primer orden. Se analiza la posibilidad de cointegración en un procedimiento en dos etapas y, usando el Teorema de Representación de Granger, se estima una especificación de corrección de errores.

CUADRO A.2 ECUACION DE PRECIOS DOMESTICOS

Primer caso:

$$LP_t = a_1\ LNE_t + a_2\ LM1_t + a_3\ LI_t + \varepsilon_t$$

Variable	Coeficiente	Valor t
LNE	0.3702	56.01
LM1	0.6882	101.55
LI	0.4560	61.33

$R^2 = 0.99$ ESR = 0.095 SRC = 1.997
DW = 0.47 Tamaño de la muestra: 223 (76.05 - 94.12)
Análisis de raices unitarias en los residuos: t = -4.7044, DW = 2.01 y los valores críticos de McKinnon fueron: -2.5743, -1.9411, -1.6164 para 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Segundo caso:

$$D(LP) = b_1\ D(LP)_{t-1} + b_2\ D(LP)_{t-3} + b_3\ D(LNE)_t + b_4\ D(LNE)_{t-1} + b_5\ COI_{t-1} + \mu_t$$

Variable	Coeficiente	Valor t
$D(LP)_{t-1}$	0.3509	7.44
$D(LP)_{t-3}$	0.4018	9.02
$D(LNE)_t$	0.1099	5.25
$D(LNE)_{t-1}$	0.1180	5.32
COI_{t-1}	-0.0359	-2.59

$R^2 = 0.28$ ESR = 0.019 SRC = 0.078
DW = 2.18 Tamaño de la muestra: 221 (76.08 - 94.12)
COI = vector cointegrador b_5 = coeficiente de corrección de errores

APENDICE 2: SOLUCION DE BACKUS-DRIFFILL (1986)

Primero, para el modelo de bandas para el TCR definamos la notación: $Z_t = (X_t , Y_t)'$ un vector de (21 x 1) de variables de estado, donde X_t denota 20 variables predeterminadas y Y_t la variable no predeterminada, ε_{jt}, j = v, θ_2, r, i^*, π^*, π, i , es una matriz (6 x 6) de perturbaciones que afectan a las variables predeterminadas. Entonces, el modelo puede ser escrito como un problema lineal cuadrático:

$$\mathbf{J(x_t) = \min_{[u_t]_1^\infty} E_t \sum_{t=1}^{\infty} \beta^{tdt} [Z'_t Q_t Z_t + 2 Z'_t Uu_t + u'_t R u_t] dt} \quad \textbf{(A.1a)}$$

con las restricciones lineales:

$$\begin{bmatrix} p_{t-2} \\ p^*_{t-1} \\ \pi_{t-1} \\ h_{t-1} \\ m_t \\ i_t \\ i^*_t \\ r_t \\ v_t \\ \pi^*_t \\ \pi_t \\ h_t \\ \theta_{2\,t+1} \\ i^*_{t+1} \\ r_{t+1} \\ v_{t+1} \\ \pi^*_{t+1} \\ \pi_{t+1} \\ E_t h_{t+1} \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} p_{t-3} \\ p^*_{t-2} \\ \pi_{t-2} \\ h_{t-2} \\ m_{t-1} \\ i_{t-1} \\ i^*_{t-1} \\ r_{t-1} \\ v_{t-1} \\ \pi^*_{t-1} \\ \pi_{t-1} \\ h_{t-1} \\ \theta_{2\,t} \\ i^*_t \\ r_t \\ v_t \\ \pi^*_t \\ \pi_t \\ h_t \end{bmatrix} + B\,\mu_t + C \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \epsilon_{\theta\,t+1} \\ \epsilon_{i^*\,t+1} \\ \epsilon_{r\,t+1} \\ \epsilon_{v\,t+1} \\ \epsilon_{\pi^*\,t+1} \\ \epsilon_{\pi\,t+1} \\ 0 \end{bmatrix} \quad \textbf{(A.1b)}$$

o, en notación condensada,

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}_{t+1} \\ \mathbf{E}_t\, \mathbf{Y}_{t+1} \end{bmatrix} = \mathbf{A}\, \mathbf{Z}_t + \mathbf{B}\, \mathbf{u}_t + \mathbf{C}\, \boldsymbol{\varepsilon}_{t+1}\,, \qquad t = 1,2,... \qquad \text{(A.1b')}$$

dado X_1; A es una matriz nula de (19x19) y B es un vector nulo de (19x1), excepto en:

$$A[1,1] = A[1,3] = A[2,2] = A[2,10] = A[3,11] = 1$$

$$A[4,12] = A[5,5] = -A[5,18] = A[6,5] = A[7,14] = 1;$$

$$A[6,13] = -1/\alpha; \qquad A[6,18] = 1/\alpha;$$

$$A[8,15] = A[9,16] = A[10,17] = A[11,18] = A[12,19] = 1;$$

$$A[13,13] = (1 - \rho_\theta\, dt); \qquad A[14,14] = (1 - \rho_{i*}\, dt);$$

$$A[15,15] = (1 - \rho_r\, dt); \qquad A[16,16] = (1 - \rho_v\, dt);$$

$$A[17,17] = b_6; \qquad A[18,1] = b_5\,(1-a_1-a_2); \qquad A[18,2] = b_5\, a_1;$$

$$A[18,3] = b_2+b_5(1-a_1-a_2); \quad A[18,5] = -b_5a_2 - \frac{(b_3-1)dt-b_5a_3}{\alpha};$$

$$A[18,6] = (b_4 - b_5a_1)dt; \qquad A[18,7] = -(b_4 - b_5a_1)dt;$$

$$A[18,8] = -(b_4-b_5a_1)dt; \quad A[18,10] = b_5a_1; \quad A[18,11] = b_5(1-a_1-a_2);$$

$$A[18,12] = -\, b_5a_1; \quad A[18,14] = -\, b_3dt; \quad A[18,15] = -\, b_3dt;$$

$$A[18,18] = b_1+b_5+\frac{b_3dt-b_5a_3}{\alpha}; \quad A[19,1] = -\, b_5(1-a_1-a_2);$$

$$A[19,1] = -b_5(1-a_1-a_2); \quad A[19,2] = -b_5a_1; \quad A[19,3] = -b_2-b_5(1-a_1-a_2);$$

$$A[19,5] = b_5a_2 + \frac{(b_3-1)dt-b_5a_3}{\alpha}; \qquad A[19,6] = -(b_4-b_5a_1)dt;$$

$$A[19,7] = (b_4\text{-}b_5a_1)dt; \quad A[19,8] = (b_4\text{-}b_5a_1)dt; \quad A[19,10] = -b_5a_1;$$

$$A[19,11] = b_5(1\text{-}a_1\text{-}a_2); \quad A[19,12] = b_5a_1; \quad A[19,13] = \frac{dt}{\alpha};$$

$$A[19,14] = (b_3\text{-}1)dt; \quad A[19,15] = (b_3\text{-}1)dt; \quad A[19,16] = dt;$$

$$A[19,17] = b_6; \quad A[19,18] = -b_1\text{-}b_5(1\text{-}a_2) - \frac{dt}{\alpha}; \quad A[19,19] = 1\text{-}\gamma\, dt;$$

$$B[5,1] = 1; \quad B[6,1] = -\frac{1}{\alpha};$$

$$B[18,1] = b_5a_2 - \frac{b_3dt\text{-}b_5a_3}{\alpha}; \quad B[19,1] = \frac{(b_3\text{-}1)dt\text{-}b_5a_3}{\alpha}; \qquad (A.1c)$$

y C es una matriz nula de (19x19), excepto en

$$C[13,13]=C[14,14]=C[15,15]=C[16,16]=C[17,17]=C[18,18] = 1$$

Las matrices Q (19 x 19), U (19 x 1) y R(1 x 1) están dadas por

$$Q = \frac{1}{2}\left[\frac{\delta^2 J}{\delta Z_1 \delta Z_j}\right]$$

$$U = \frac{1}{2}\left[\frac{\delta^2 J}{\delta u \delta Z_i}\right]$$

$$R = \frac{1}{2}\left[\frac{\delta^2 J}{\delta u_2}\right]$$

Compromiso

Siguiendo a Backus y Driffill (1986) la solución por programación dinámica cuando todos los componentes de Z son temporariamente considerados como predeterminados es:

$$\mathbf{J(Z_t) = (Z'_t V_t Z_t + W_t)dt = \min_{u_t} (Z'_t Q Z_t + 2Z'_t U\, u_t + u'_t R u_t)\, dt +}$$

$$\mathbf{+\, \beta^{tdt} E_t\, [Z'_{t+1}\, V_{t+1}\, Z_{t+1} + W_{t+1}\,]dt} \qquad \textbf{(A.2)}$$

Las C.P.O.son:

$$\mathbf{u_t = -\, F_t\, Z_t} \qquad \textbf{(A.3)}$$

donde:

$$\mathbf{F_t = (\, \beta^{dt}\, B'V_{t+1} B + R\,)^{-1} (\, \beta^{dt}\, BV_{t+1}\, A + U'\,)} \qquad \textbf{(A.4)}$$

Si V_t converge, satisface las ecuaciones

$$\mathbf{V_t = \beta\, (\, A - BF_t\,)'\, V_{t+1}\, (\, A - BF_t\,) + Q - 2UF_t + F'_t RF_t} \qquad \textbf{(A.5)}$$

$$\mathbf{W_t = \beta^{dt}\, [\, W_{t+1} + traza\, (\, V_{t+1}\, \Sigma_{ZZ}\,)]} \qquad \textbf{(A.6)}$$

donde $\mathbf{\Sigma}_{ZZ}$ es la matriz de varianzas y covarianzas de las innovaciones de (19 x 19) $_{Z\,t}$ en Z_t. Una solución estacionaria F, V, W, se encuentra como el límite de F_t, V_t, W_t cuando $t \rightarrow -\infty$, es decir, cuando t va hacia atrás. Una condición de convergencia de V_t es que el sistema que está siendo controlado debería ser estabilizable (Kwakernaak and Sivan, 1972, capítulo 6). Una condición más fuerte, la cual es suficiente, es que el sistema sea completamente controlable. Si alguna de esas condiciones se cumple, entonces V_t converge para cualquier factor de descuento b < 1.

De acuerdo a Backus y Driffill (op.cit.), cuando alguno de los componentes de Z_t es forward-looking la solución puede ser modificada de la forma siguiente.

1º) Descomponer V de acuerdo a la descomposición de $Z_t = (X_t, Y_t)$, donde Y_t es el vector cuyos componentes son no predeterminados:

$$\mathbf{V = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{12} \\ V_{21} & V_{22} \end{bmatrix}} \qquad \textbf{(A.7)}$$

2º) Formar la matriz

$$\mathbf{V^* = V_{11} - V_{12}\, V^{-1}_{22}\, V_{21}} \qquad \textbf{(A.8)}$$

El valor óptimo del problema está dado por

$$\mathbf{J(X_1) = X'_1\, V^*\, X_1 + \frac{\beta^{dt}}{1-\beta^{dt}}\, traza\, [V^*\, \Sigma_{XX}]} \qquad \textbf{(A.9)}$$

donde V^* es una matriz de (18 x 18) y Σ_{ZZ} es una matriz de varianzas y covarianzas de (18 x 18) de ε_{X_t}.

$$\mathbf{\Sigma_{XX} = E\, [\varepsilon_{Xt}\, \varepsilon'_{Xt}\,]} \qquad \textbf{(A.10)}$$

3º) Para expresar la solución óptima, formar las matrices

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{0} \\ \mathbf{V_{21}} & \mathbf{V_{22}} \end{bmatrix} \qquad \textbf{(A.11)}$$

$$\mathbf{M = T\, (A - BF)\, T^{-1}} \qquad \textbf{(A.12)}$$

$$\mathbf{L = [L1\;\; L2] = [V_{22}^{-1}\, V_{21}\, ;\, V_{22}^{-1}]} \qquad \textbf{(A.13)}$$

$$\mathbf{N = [N1\, ;\, N2\,] = -\, FT^{-1}} \qquad \textbf{(A.14)}$$

donde I es la matriz identidad de (8 x 8). La solución puede ser expresada en términos de X_t y del precio sombra de Y_t, Py_t, el que satisface

$$\mathbf{Py_t = V_{21}X_1 + V_{22}Y_t} \qquad \textbf{(A.15)}$$

y la solución puede, entonces, ser reescrita como:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X_{t+1}} \\ \mathbf{Py_{t+1}} \end{bmatrix} = \mathbf{M} \begin{bmatrix} \mathbf{X_t} \\ \mathbf{Py_t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}_{\mathbf{Xt+1}} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \qquad \textbf{(A.16)}$$

donde X_1 está dado, Py_1 es cero y

$$\mathbf{y_t = L \begin{bmatrix} X_t \\ Py_t \end{bmatrix}, \quad u_t = N \begin{bmatrix} X_t \\ P_t \end{bmatrix}} \tag{A.17}$$

Sustituir (A.15) en (A.16) y formar las matrices

$$\mathbf{M = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} \\ M_{21} & M_{22} \end{bmatrix}} \tag{A.18}$$

$$\mathbf{\tilde{M} = \begin{bmatrix} M_{11}+M_{12}V_{21} & M_{12}V_{22} \\ L_1(M_{11}+M_{12}V_{21})+L_2(M_{21}+M_{22}V_{21}) & L_1M_{12}+L_2M_{22})V_{22} \end{bmatrix}} \tag{A.19}$$

$$\mathbf{\tilde{N} = [\ N_1 + N_2V_{21}\ \ ;\ \ N_2V_{22}\ ]} \tag{A.20}$$

Entonces, la solución es

$$\mathbf{Z_t = \tilde{M}\ Z_{t-1} + \boldsymbol{\varepsilon}_{Zt'}} \tag{A.21a}$$

$$\mathbf{\boldsymbol{\varepsilon}_{Zt} = \begin{bmatrix} I \\ L_1 \end{bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}_{X_t}} \tag{A.21b}$$

$$\mathbf{u_t = N\ Z_{t'}} \tag{A.22}$$

y el valor inicial Z_1 está dado por

$$\mathbf{Z_1 = \begin{bmatrix} I \\ L_1 \end{bmatrix} X_{1'}} \tag{A.23}$$

Las medias incondicionales de las variables de estado y de las intervenciones son cero[19],

19 Las variables exógenas se normalizaron para tener medias cero.

$$E[\,Z_t\,] = 0\,, \qquad E[\,u_t\,] = 0, \tag{A.24}$$

y la matriz (19 x 19) incondicional de covarianzas por las variables de estado pueden ser halladas como la solución a la ecuación matricial (A.25) y donde la matriz de covarianzas de (19 x 19) de las innovaciones $\varepsilon_{Z\,t}$ puede ser escrita como en (A.26):

$$\Sigma_{ZZ} = \tilde{M}\Sigma_{ZZ}\,\tilde{M} + \Sigma_{ZZ} \tag{A.25}$$

$$\Sigma_{ZZ} = \begin{bmatrix} \Sigma_{XX} & \Sigma_{XX}L_1 \\ L_1\Sigma_{XX} & L_1\Sigma_{XX}L'_1 \end{bmatrix} \tag{A.26}$$

DISCRECION

> "Si el gobierno está optimizando en una forma discrecional, entonces en cada momento del tiempo optimiza considerando el estado de la economía X_t como dado, y sabiendo que aplicará el mismo procedimiento en períodos subsecuentes. No puede tomar como dadas ni las variables no-predeterminadas, y_t, ni las variables artificiales, Py_t, las que la habilitaron para sustentar los compromisos necesarios para el programa óptimo. " (Backus y Driffill, op.cit., p. 16).

Como consecuencia, las intervenciones en cada período dependerán solamente de las variables predeterminadas en ese período. Formalmente, esto significa que en una solución estacionaria la restricción

$$Y_t = C_1X_t \tag{A.27}$$

será impuesta, donde la matriz endógena C_1 aquí es un vector fila de (1 x 18). La solución estacionaria en este caso es

$$J(X_1\,) = X'_1PXdt + \frac{\beta^{dt}}{1-\beta^{dt}}\ \text{traza}\ (\,P\Sigma_{XX}dt\,) \tag{A.28}$$

$$X_t = (\,A\text{-}BF\,)\,X_{t-1} + \varepsilon_{Xt} \tag{A.29}$$

$$u_t = -FX_t \tag{A.30}$$

$$\mathbf{yt = C_1X_t} \tag{A.31}$$

Las matrices P, A, B, F y C_1 son límites de las secuencias de P_t, A_t, B_t, F_t, C_{1t} cuando $t \rightarrow -\infty$, es decir, cuando t se mueve hacia atrás. Para V_{t+1} y $C_{1\ t+1}$ dados, los niveles de P_t, A_t, B_t, F_t, C_{1t} en el siguiente paso son construidos de acuerdo al siguiente algoritmo:

1º) Las matrices A, Q, y B se descomponen de acuerdo a la descomposición de $Z_t = (X_t, y_t)'$:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A_{11}} & \mathbf{A_{12}} \\ \mathbf{A_{21}} & \mathbf{A_{22}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{Q} = \begin{bmatrix} \mathbf{Q_{11}} & \mathbf{Q_{12}} \\ \mathbf{Q_{21}} & \mathbf{Q_{22}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} \mathbf{B_1} \\ \mathbf{B_2} \end{bmatrix} \tag{A.32}$$

2º) Dada $C_{1\ t+1}$, se forman las matrices J_t y K_t:

$$\mathbf{J_t = (A_{22} - C_{1t+1}A_{12})^{-1} (C_{1t+1}A_{11} - A_{21})} \tag{A.33}$$

$$\mathbf{K_t = (A_{22} - C_{1t+1}A_{12})^{-1} (C_{1t+1}B_1 - B_2)}$$

y las matrices A_t y B_t están dadas por

$$\mathbf{A_t = A_{11} + A_{12}D_t} \tag{A.34}$$

$$\mathbf{B_t = A_{12}K_t + B_1}$$

3º) Las matrices Q_t, U_t, R_t se forman como:

$$\mathbf{Q_t = Q_{11} + Q_{12}J_t + J'_tQ_{21} + J'_tQ_{22}J_{t'}} \tag{A.35}$$

$$\mathbf{U_t = Q_{12}K_t + J'_tQ_{22}K_t + U_1 + J'_tU_{2'}}$$

$$\mathbf{R_t = R + K'_tQ_{22}K_t + K'_tU_2 + U'_2K_{t'}}$$

Dada P_{t+1} las matrices F_t y P_t se encuentran como la solución del problema de programación dinámica

$$\mathbf{J(X_t) = (X'_tP_tX_t + W_t)dt = min (X'_tQX_t + 2X'_tUu_t + u'_tRu_t)dt +}$$

$$\mathbf{+ \beta^{dt} E_t[X'_{t+1}P_{t+1}X_{t+1} + W_{t+1}]dt,} \tag{A.36}$$

sujeto a

$$\mathbf{Y_{t+1} = A_tY_t + B_tu_t + \varepsilon_{X,t+1}} \qquad \text{(A.37)}$$

Esto conduce a

$$\mathbf{F_t = (\beta^{dt} B'_tP_{t+1}B_t + R_t)^{-1} (\beta^{dt}B'_tP_{t+1}A_t + U'_t)} \qquad \text{(A.38)}$$

$$\mathbf{P_t = \beta^{dt}(A_t - B_tF_t)' P_{t+1} (A_t - B_tF_t) + Q_t -2U_tF_t + F'_tR'_tF_t}$$

$$\mathbf{W_t = \beta^{dt} [W_{t+1} + traza (P_{t+1} \Sigma_{XX})]}$$

y C_{1t} está dado por

$$\mathbf{C_{1t} = J_t - K_tF_{t'}} \qquad \text{(A.39)}$$

Este algoritmo converge sin dificultad; el escalar W_t converge a $\beta^{dt}/(1-\beta^{dt})$ traza ($P\ \Sigma_{XX}$), dando origen al término constante en el valor funcional en (A.28).

Finalmente, la solución puede ser escrita como:

$$\mathbf{Z_t = M\ Z_{t-1} + \varepsilon_{Zt} =}$$

$$= \begin{bmatrix} \mathbf{A\text{-}BF} & \mathbf{0} \\ \mathbf{C_1(A\text{-}BF)} & \mathbf{0} \end{bmatrix} \mathbf{Z_{t-1}} + \begin{bmatrix} \mathbf{I} \\ \mathbf{C_1} \end{bmatrix} \mathbf{\varepsilon_{Xt}} \qquad \text{(A.40)}$$

La matriz incondicional de covarianza es computada como en (A.25), pero ahora en lugar de (A.26) se usa

$$\mathbf{\Sigma_{XX}} = \begin{bmatrix} \mathbf{\Sigma_{XX}} & \mathbf{\Sigma_{XX}C'_1} \\ \mathbf{C_1\Sigma_{XX}} & \mathbf{C_1\Sigma_{XX}C'_1} \end{bmatrix} \qquad \text{(A.41)}$$

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Backus, David and John Driffill. 1986. The Consistency of Optimal Policy in Stochastic Rational Expectations Models. *Centre for Economic Policy Research*, Discussion Paper 124.

Bayoumi, Tamim. 1995. Who Needs Bands? Exchange Rate Policy Before EMU. *International Monetary Fund*, Research Department, IMF Working Paper 95/43.

——, **Peter Clark, Steve Symansky, and Mark Taylor. 1995.** The Robustness of Equilibrium Exchange Rate Calculations to Alternative Assumptions and Methodologies. In *Estimating Equilibrium Exchange Rates*, ed.JohnWilliamson,19-59. Institute for International Economics.

Blanchard, Olivier Jean and Stanley Fischer. 1993. *Lectures on Macroeconomic*.Cambridge: The MIT Press.

Bernanke, B. and F. Mishkin. 1992. Central Bank Behavior and the Strategy of Monetary Policy: Observations From Six Industrialized Countries. *NBER Macroeconomics Annual 1992*: 183-228.

Black, Stanley W. 1995. On the Concepts and Usefulness of the Equilibrium Rate of Exchange. In *Estimating Equilibrium Exchange Rates*, ed. John Williamson, 279- 292. Institute for International Economics.

Boucher Breuer, Janice. 1995. An Assessment of the Evidence on Purchasing Power Parity. In *Estimating Equilibrium Exchange Rates*, ed. John Williamson, 279-292. Institute for International Economics.

Carrasquilla, Alberto. 1995. Exchange Rate Bandsand Shifts in the Stabilization Policy Regime: Issued Suggested by the Experience of Colombia. *International Monetary Fund*, Research Department, Working Paper 95/42.

Cukierman, Alex, Miguel A. Kiegel, and Leonardo Leiderman. 1993. Some Evidence on a Strategic Model of Exchange ate Bands. In *Capital Mobility: The Impact on Consumption, Investment, and Growth*, ed. Leonardo Leiderman and Asaf Razin, 156-173. Centre for Economic Policy Research.

Hamilton, James, D. 1994. *Time Series Analysis*. Princeton *University Press*, Princeton University.

Kwakernaak, Huibert, and Raphael Sivan. 1972. *Linear Optimal Control Systems. Wiley-Interscience.*

Svensson, Lars E. O. 1994. Why Exchange Rate Bands? Monetary Independence in spite of fixed exchange rates. *Journal of Monetary Economics*, 33: 157-199.

———. **1993**. Recent Research on Exchange Rate Target Zones. In *Capital Mobility: The Impact on Consumption, Investment, and Growth*, ed. Leonardo Leiderman and Asaf Razin, 121-150. Centre for Economic Policy Research.

Uribe, Martin, 1995. Real Exchange Rate Targeting and Macroeconomic Instability. *Board of Governors of the Federal Reserve System*, International Finance Discussion Paper 505 (March).

Williamson, John. 1995. Estimates of FEERs. In *Estimationg Equilibrium Exchange Rates*, ed. John Williamson, 117-243. Institute for International Economics.