

La serie "Borradores Semanales de Economía" es una publicación de la Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República. Los Trabajos son de carácter provisional, las opiniones y posibles errores son responsabilidad exclusiva de los autores y sus contenidos no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

CONSIDERACIONES SOBRE EL NIVEL OPTIMO DE RESERVAS INTERNACIONALES

Por:
Hugo Oliveros C.
Carlos Varela B.

1994

No. 5

CONSIDERACIONES SOBRE EL NIVEL OPTIMO DE RESERVAS INTERNACIONALES

Hugo Oliveros C.
Carlos Varela B.*

* Los autores agradecen los comentarios de A. Carrasquilla, A. López, M. Misas, J. Tolosa, J. Uribe y H. Vargas a una versión inicial de este trabajo. Especiales agradecimientos a M. Olivera por su colaboración; desde luego, las opiniones y posibles errores son responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República.

I. Introducción.

La decisión de un país de mantener un acervo determinado de reservas internacionales está justificada por la necesidad de contar con un grado adecuado de liquidez internacional que le permita enfrentar desarrollos imprevistos en sus mercados externos, así como aminorar los costos de ajuste frente a desequilibrios externos y garantizar la viabilidad del régimen cambiario. De otra parte, en vista que la acumulación de reservas implica una utilización de los recursos del país, se considera que a partir de un monto determinado dicha acumulación puede resultar excesiva y conducir a una asignación ineficiente de recursos.

En este sentido, la literatura económica menciona varios criterios a partir de los cuales se determina cual debe ser el nivel adecuado de reservas en un país, de acuerdo con las preferencias de las autoridades sobre el nivel y la variabilidad del producto, la balanza de pagos, el régimen cambiario y las otras variables macroeconómicas interrelacionadas con el nivel de reservas.

Estas consideraciones cobran relevancia en el caso colombiano, debido a que la acumulación de reservas internacionales en los últimos 4 años ha llegado a niveles sin precedentes en la historia del país. Es así como el nivel de reservas internacionales representa hoy en día 9 meses de importaciones de bienes muy por encima de los estándares considerados normales. Igualmente, las autoridades monetarias han divulgado cálculos, basados en la norma de variabilidad de la cuenta corriente, que indican que el nivel adecuado de reservas estaría en US\$4,600 millones, aproximadamente el 50% de su valor actual.¹

En el presente trabajo se presenta un cálculo del nivel óptimo de las reservas para Colombia de acuerdo con la metodología presentada en Ben-Bassat y Gottlieb (1992), (BG), utilizada por dichos autores para el caso de Israel. El trabajo se divide en tres partes, en la segunda se realiza una breve revisión de las teorías que sustentan los modelos del tipo BG; en la tercera parte se presenta las estimaciones y se comentan

¹ Ver Notas Editoriales, Revista Banco de la República Noviembre de 1993.

resultados obtenidos sobre el nivel de reservas óptimas para Colombia. Por último se presentan las conclusiones.

II. La demanda de reservas y el nivel óptimo de las reservas internacionales.

Los trabajos teóricos sobre la determinación del nivel óptimo de reservas parten de identificar dos factores fundamentales sobre la naturaleza de las reservas. Por un lado, su tenencia ayuda a evitar o posponer los costos de ajuste de los desequilibrios en la balanza de pagos, y por el otro, la acumulación de reservas conlleva un costo de oportunidad, ya que implica la asignación de recursos que pueden ser destinados a usos alternativos.

Los costos de eliminar un desequilibrio en la balanza de pagos dependen del tipo de medidas utilizadas. Cuando el ajuste ocurre a través de la reducción del gasto, sus costos se miden en términos del ingreso o consumo no realizado, y su magnitud se considera inversamente proporcional a la propensión marginal a importar. De otro lado, cuando el ajuste se produce a través de medidas de desplazamiento del gasto, que regularmente están asociadas con cambios en los precios relativos de los bienes transables, se producen variaciones en la asignación de recursos que pueden tener efectos no deseados, cuya magnitud es más difícil de cuantificar.

Para la determinación del costo de oportunidad, r , debe tenerse en cuenta cual es el mejor uso alternativo de los recursos invertidos en las reservas internacionales. Para la mayoría de los autores este lo constituye la inversión doméstica y, por lo tanto, el costo de oportunidad se mide a partir del diferencial existente entre una medida de productividad marginal del capital y los rendimientos esperados u observados de la inversión de las reservas. Sin embargo, Landell-Mills (1989) y Edwards (1983) utilizan la diferencia entre el costo del endeudamiento externo y el rendimiento de las reservas bajo el argumento que el cálculo del costo de endeudamiento es más confiable y puede ser utilizado en lugar de la productividad marginal del capital, ya que un país debe financiar solo aquellos proyectos cuya rentabilidad supere el costo de endeudamiento.

De acuerdo con estos criterios se define el nivel óptimo de reservas como aquel donde el beneficio marginal iguala su costo marginal. Uno de los primeros ejemplos lo constituye el modelo de Heller (1966) en el cual el nivel óptimo de reservas de un país es aquel que minimiza el costo total de ajustar el desequilibrio externo. Esto ocurre en el punto donde se iguala el costo marginal de mantener reservas, r , con el costo marginal de ajustar el desequilibrio² el cual se define como $(1/m)*\pi$, donde m representa la propensión marginal a importar y π mide la probabilidad que se presente una sucesión de déficit, de tamaño h , que agoten el stock de reservas. A partir de esta condición se deriva el nivel óptimo de reservas como:

$$R = h \frac{\log(r+m)}{\log(0.5)} \quad (1)$$

de donde se concluye que el nivel de reservas debe crecer cuando disminuyan la propensión marginal a consumir (m) y el costo de oportunidad (r) y cuando aumente la variabilidad de los reservas, h , y además se supone que 0.5 es la probabilidad de que ocurra un déficit en un periodo³.

Otro tipo de modelos que utilizan el enfoque costo-beneficio admiten la posibilidad de que el ajuste hacia el nivel deseado de reservas no sea inmediato. Clark (1970) constituye uno de los primeros trabajos en dar fundamentación a dichos modelos de desequilibrio. Para Clark la velocidad de ajuste del déficit es una variable de decisión de las autoridades, tan importante como la posibilidad de su financiación a través de la desacumulación de reservas. El problema básico de acuerdo con Clark es el de "encontrar el balance apropiado entre financiar un déficit y hacer los ajustes necesarios para

² Aunque Heller admite la posibilidad de usar políticas de desplazamiento del gasto, solo considera los costos de las políticas de reducción del gasto.

³ Los modelos posteriores al de Heller, varían algunos de los supuestos básicos: por ejemplo, endogenizando la probabilidad de ocurrencia de desequilibrios en la balanza de pagos. Sin embargo, estos modelos se fundamentan en el mismo tipo de análisis expuesto por Heller.

eliminarlo", ya que la decisión por parte de la autoridad monetaria de mantener un nivel dado de reservas implica una velocidad de ajuste determinada para eliminar los desequilibrios de balanza de pagos.

De esta manera, el nivel corriente de reservas está determinado por la velocidad de ajuste γ , el nivel deseado de reservas R^* , y un término que representa las perturbaciones de la balanza de pagos e .

$$R_t = \gamma R^* + (1-\gamma)R_{t-1} + e \quad (2)$$

Este modelo ha sido extendido por Lizondo y Mathieson (1987), quienes le adicionan la posibilidad de endeudarse como una fuente alternativa de recursos. El costo de este endeudamiento depende del monto del mismo, $L : r_L = \alpha_0 + \alpha_1 L$. En este contexto las condiciones de acceso a los mercados internacionales, es decir, las restricciones de cantidad y precio, van a convertirse en un determinante importante del nivel óptimo de reservas, de la velocidad de ajuste y del monto de endeudamiento.

De otra parte, con la introducción de la posibilidad de endeudamiento externo como fuente de recursos los costos de quedarse sin reservas incluyen, además de las sanciones pecuniarias, la pérdida de acceso al crédito externo, lo cual va a afectar los niveles de consumo e inversión en el futuro inmediato. En general el patrón de comportamiento del aparato productivo del país se ve seriamente afectado en la medida en que las materias primas básicas importadas comienzan a ser escasas, y los créditos externos para el sector privado y público se hacen cada vez más costosos e inalcanzables.

La solución óptima en este tipo de modelos es la de escoger una velocidad de ajuste, un nivel deseado de reservas y un nivel deseado de endeudamiento tal que se minimice la probabilidad de que el nivel observado de reservas caiga por debajo de cero. La resolución de este problema produce los valores óptimos R^* , γ^* y L^* como función de los parámetros σ_e^2 , Y_{\max} , r_L , m , r ; los dos últimos parámetros se definen de manera análoga al modelo de Heller, σ_e representa la variabilidad de la balanza de pagos y Y_{\max} mide el nivel potencial del producto.

Los modelos de Heller (1966) y Clark (1970) producen una especificación de los determinantes del nivel de reservas similar, siendo la diferencia la determinación simultánea de la velocidad de ajuste y del nivel de reservas, y la posibilidad de ajuste rezagado al nivel deseado de reservas en el modelo de Clark. Adicionalmente, en el modelo de Heller no aparece la variable de escala como determinante del nivel de reservas.

En la literatura empírica se distinguen dos tipos de modelos de demanda de reservas⁴: los de equilibrio y los de desequilibrio. La formulación de largo plazo en ambos modelos es similar, pero en los modelos de desequilibrio se permite la posibilidad de un ajuste rezagado al nivel deseado de reservas. Típicamente, la especificación de largo plazo, presentada en (3), incluye una variable de escala, la propensión media a importar y una variable de riesgo asociada con la variabilidad de la balanza de pagos o del nivel de reservas. La variable de costo de oportunidad no es incluida en la mayoría de los modelos empíricos ya que no ha resultado significativa.

$$\log R_t^d = a_0 + a_1 \log M_t + a_2 \log m_t + a_3 \log \sigma_t + u_t \quad (3)$$

Dos modelos empíricos representativos son los de Heller y Khan (1978), y el de Frenkel (1983)⁵. Aunque ambos modelos usan una especificación similar, Frenkel utiliza el nivel de ingreso como variable de escala y mide la variable dependiente en términos reales, mientras que Heller y Khan utilizan las reservas nominales como variable dependiente y el nivel de importaciones como variable de escala.

Los resultados de los dos trabajos indican que la elasticidad de la variable escala es cercana a la unidad, y la elasticidad con respecto al indicador de variabilidad es positiva

⁴ En los trabajos del Instituto del FMI (1990) y Lizondo y Mathieson (1987) se presenta una reseña de dichos modelos.

⁵ En el modelo de Heller y Khan se utilizaron datos trimestrales para el período 1964-1976 para varias agrupaciones de países y para el modelo de Frenkel se utilizaron datos anuales para el período 1963-79, con una muestra de 22 países industriales y 32 países en desarrollo.

y significativa. El coeficiente de la propensión media a importar, m , es negativo en el caso de Heller y Khan y para Frenkel es positivo.⁶ Esto indica que a priori el signo del coeficiente de m es ambiguo. El signo positivo toma m como un indicador de apertura en el sentido que un mayor valor de m implica mayores necesidades de ajuste y por lo tanto un mayor nivel de reservas. Por otro lado, si se toma m como indicador de la propensión marginal a importar, un mayor valor de m implica menores costos de ajuste y menores necesidades de reservas.

III. El modelo de Ben-Bassat y Gottlieb aplicado a Colombia.

A. Discusión general.

Para estimar el nivel óptimo de reservas se utiliza el modelo de Ben-Bassat y Gottlieb (1992), BG, que al igual que los modelos anteriormente reseñados, se basa en la distinción entre el papel de las reservas como un saldo de precaución y el costo de oportunidad de mantener dicho acervo. En este modelo el nivel óptimo de reservas es aquel que minimiza los costos esperados de mantener reservas internacionales, (CER), definidos por:

$$CER = \pi W + (1 - \pi) Z \quad (4)$$

donde: π es la probabilidad de que se agoten las reservas; W es el costo social de la disminución o agotamiento de las reservas y Z es el costo de oportunidad de mantener un saldo de reservas mayor que cero. El nivel óptimo de reservas es aquel que minimiza la función de costos (4) y viene dado por la condición de optimización⁷:

$$R = (1 - \pi) [\pi_R]^{-1} + \frac{W}{r} \quad (5)$$

⁶ Lizondo y Mathieson reestimaron estos modelos, con datos revisados. Los resultados en general, exceptuando el indicador de variabilidad, confirman los de los modelos originales.

⁷ La solución matemática del modelo de Ben-Bassat y Gottlieb se presenta en el apéndice 1.

siendo π_R la primera derivada de π con respecto a R . Con el fin de estimar el nivel óptimo de reservas se hace necesario introducir los determinantes de la probabilidad de no pago, π , del costo de agotamiento de las reservas, W , y del costo de oportunidad r .

BG asimilan la probabilidad de agotamiento de las reservas con la probabilidad de incumplimiento en el pago de las obligaciones internacionales del país. Por lo tanto, la evaluación del riesgo soberano por parte de los prestamistas se constituye en un buen indicador de la probabilidad de ocurrencia de déficit permanentes que lleven al incumplimiento del pago de las obligaciones externas.

De otro lado, y como lo señalan Feder y Just⁸, la evaluación del riesgo se refleja en el margen, que cobran los prestamistas, sobre la tasa de interés de mercado, usualmente la Libor, y hace necesario el establecimiento de algún mecanismo que permita determinar y explicar el comportamiento de la función de probabilidad subjetiva, π , del prestamista acerca de la confiabilidad del país deudor.

En este sentido, Feder y Just (1977) y Edwards(1983) establecen un vínculo formal entre la probabilidad de no pago y las variables que miden el desempeño macroeconómico. Mas concretamente se propone que los bancos forman estas probabilidades con base en la información provista por los principales indicadores económicos y se postula la siguiente relación funcional de tipo logístico entre los indicadores y las probabilidades de incumplimiento en el pago:

⁸ En un modelo para el análisis de créditos obtenidos en el mercado de capitales europeo, Feder y Just (1977), establecen un vínculo entre la probabilidad subjetiva del prestamista sobre el riesgo de incumplimiento en el pago de la deuda, π , y el margen, s . En el caso de un banco que escoge el monto del margen que maximiza la utilidad esperada, y bajo el supuesto que el banco es neutral con respecto al riesgo se llega a la siguiente condición de optimización:

$$s = \frac{\eta}{(1-\eta)} \frac{\pi}{(1-\pi)} \frac{\bar{h}}{\theta} \quad (6)$$

donde los otros factores que determinan el margen están asociados con la tasa de pérdida del prestatario (h), el costo del capital para el prestamista (θ), y la elasticidad precio de demanda de los créditos (η).

$$\pi = \frac{e^f}{(1 + e^f)} \quad (7)$$

donde f es una función que depende de las variables macroeconómicas que pueden afectar la probabilidad de no pago. Con base en las ecuaciones (6) y (7) se establece una relación empírica entre las variables y el margen, lo que permite estimar posteriormente la probabilidad implícita de incumplimiento.

En la estimación para Colombia se usa una especificación similar a la de BG para la determinación del valor de π , donde las variables macroeconómicas relevantes son: el nivel de reservas R , el nivel de importaciones M , el saldo de la deuda externa D , el valor las exportaciones X , la propensión media a importar m , el valor del PIB Y . La función f tiene inicialmente la siguiente forma:

$$f = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(R/M) + \alpha_2 e^{\frac{D}{X}} + \alpha_3 m + \alpha_4 Y \quad (8)$$

De los valores estimados para los parámetros se derivan algunas de las condiciones para solucionar numéricamente la condición de optimización (5). Como variable dependiente en (8) se utiliza el cociente entre el margen s y la tasa de interés de mercado relevante⁹. Los datos utilizados para la estimación de (11) son presentados en el apéndice 2, en tanto que los resultados de la estimación se presentan en el cuadro 1.

La variable LRAT corresponde al cociente entre el margen y la tasa Libor más uno; HLR_M2 corresponde al valor estimado a través de un variable instrumental¹⁰ del

⁹ Es posible también utilizar tan solo el margen (s) para determinar los valores de los coeficientes. Edwards (1983) utilizando el margen (s) y haciendo algunos supuestos sobre los valores de (η, θ, h) de (2) asigna probabilidades de incumplimiento en el pago en un estudio de corte transversal para varios países, incluido Colombia.

¹⁰ En la medida en que el $\log(R/M)$ incluye a las reservas y el coeficiente que se derive de la estimación se usa para determinar el nivel óptimo de reservas se utilizó un esquema de bloque recursivo para estimar (8) de tal forma que no presente un sesgo en la estimación de α_1 . En la primera etapa se

logaritmo del cociente de reservas a importaciones; ED_X corresponde al exponencial del cociente de deuda externa pública a exportaciones; M_PIB corresponde a la propensión marginal a importar. Una vez estimados los coeficientes α_1 y α_2 , sobre los cuales se desarrollaron pruebas que validan su estabilidad, se procede a utilizarlos para obtener el valor óptimo de R^{11} .

Cuadro 1
Resultados de la Estimación de la Ecuación (8)
Variable dependiente: LRAT

| Variables Explicativas | Coefficiente Estimado | Error Estándar | Estadístico "t" | P-value (dos-colas) |
|---|-----------------------|----------------|-----------------|---------------------|
| Constante | -3.8965 | 0.5994 | -6.5006 | 0.0000 |
| HLR_M2 | -1.0041 | 0.6019 | -1.6683 | 0.1136 |
| ED_X | 0.0249 | 0.0139 | 1.7924 | 0.0909 |
| M_PIB | -11.0441 | 3.2858 | 3.3611 | 0.0037 |
| Estadísticas de Bondad de Ajuste y Diagnóstico | | | | |
| $R^2 = 0.6141$ | $R^2A = 0.5460$ | $F = 9.0178$ | $DW = 1.4158$ | $Std. Error = 0.22$ |
| Test de Correlación Serial, LM 3 rezagos: $F = 2.4452$; $P\text{-value} = 0.107$ | | | | |
| Test de Heterocedasticidad ARCH, 3 rezagos: $F = 2.1636$; $P\text{-value} = 0.138$ | | | | |
| Test de Heterocedasticidad WHITE: $F = 0.6053$; $P\text{-value} = 0.722$ | | | | |

regresó $\log(R/M)$ en función del costo de uso real del capital en Colombia. Seguidamente se utilizó el valor estimado del $\log(R/M)$, denotado como HLR_M2 para estimación final de (8).

¹¹ Para todas las variables incluidas en esta regresión se desarrollaron pruebas sobre presencia de tendencia estocástica, rechazándose la hipótesis de presencia de raíz unitaria. En el caso de M_PIB y ED_X fue necesario utilizar test de Perron de cambio en la pendiente de las series. Los valores de los $t_{\alpha B}$ modelo B presentado por Zivot y Andrews (1992) fueron de -4.10 y -4.64 respectivamente. En el caso de LRAT y HLR_M2 se probó indirectamente la estacionaridad, al construir modelos univariados para cada una de ellas, dado el sesgo que se puede presentar al utilizar el test de Pickey Fuller Aumentado en muestras pequeñas en series cuyos modelos ARMA tienen componente de media móvil que involucra parámetros de media móvil que tienden a uno, véase Christiano y Eichenbaum (1989) y Oliveros (1990).

Con relación al costo W existe consenso que el incumplimiento con los pagos de la deuda conlleva costos macroeconómicos, ambos en términos de las sanciones pecuniarias y de la austeridad económica requerida para recuperar la confianza de los mercados. Usualmente estos costos se expresan como una proporción del PIB futuro tal como lo mencionan Edwards (1983) y Cohen(1989). Con este propósito, BG establecen una relación empírica entre esta proporción y el grado de apertura de la economía, utilizando la propensión media a importar como indicador de esta última. De este manera si se conoce la propensión media a importar se puede tener una idea de los costos potenciales de repudiar la deuda.

Con el fin de cuantificar esta relación BG analizaron el comportamiento del PIB de aquellos países que incumplieron los pagos de su deuda o se vieron obligados a renegociar y por lo tanto perdieron acceso a los mercados de capital por un tiempo. Midiendo el costo como la diferencia entre el PIB potencial y el corriente hallaron la siguiente relación para este grupo de países¹²:(los valores t en paréntesis).

$$\ln \left(\frac{W}{PIB} \right) = 3.07 + .55 \ln (m) ; R^2 = .31 \quad (9)$$

(4.07) (2.6)

Utilizando los valores observados para Colombia de la propensión media a importar en la ecuación (8) se obtienen estimativos del valor de W/PIB para Colombia los cuales se presentan en el cuadro 2.

Para determinar el valor del costo de oportunidad, r , se utiliza el diferencial entre una medida de productividad marginal del capital y los rendimientos esperados u observados de la inversión de las reservas¹³. Como medida de la rentabilidad del capital

¹² Los países considerados por BG fueron: Brasil (1961), Argentina (1962), Ghana (1966/1974), India (1971), Chile (1972), Zaire (1976), Sierra Leona (1971) Turquía (1973), Perú (1978), Nicaragua (1980) Bolivia (1981) Costa Rica (1982) y Honduras (1982).

¹³ La comparación entre tasas reales presupone el cumplimiento de la condición de paridad en las tasas de rendimiento y de la paridad del poder adquisitivo en los precios. Herrera (1993) provee evidencia de que, para Colombia, la tasa nominal de interés está cointegrada con la tasa de paridad. Por otro lado,

en Colombia se utiliza la metodología y los datos básicos de Olivera (1992) para el cálculo del costo de uso del capital en Colombia. Para el rendimiento real de las reservas se utiliza la tasa libor a 6 meses deflactada por la inflación de Estados Unidos.

En la medida en que se requiere que el valor de r sea representativo de las condiciones de mercado internas y externas en cada momento del tiempo, y considerando las observaciones de Roger (1993) en el sentido que el uso de rendimientos internos puede llevar a variaciones excesivas en el nivel óptimo de reservas, los cálculos de productividad marginal del capital para Colombia se hacen usando promedios móviles de orden 2 sobre los datos básicos utilizados por Olivera (1992). Los datos básicos para el cálculo del costo de oportunidad aparecen en el apéndice 2 y el valor de r se presenta en el cuadro 2.

B. Nivel óptimo de reservas en Colombia.

Los valores óptimos de R son presentados en el cuadro 2 conjuntamente con los costos de repudiar la deuda y de mantener las reservas. Con este fin, se toman los valores estimados de los coeficientes de la ecuación (8), presentados en el cuadro 1, así como los valores de W y r que aparecen en el cuadro 2, y a partir de un solucionador numérico se deriva el valor de R que satisface la condición de optimización (5) así como las condiciones de segundo orden¹⁴. El nivel óptimo presenta una relativa sensibilidad a variaciones en sus determinantes básicos; por ejemplo, cambios del orden del 1% en r y W llevan a variaciones del 0.48% en el nivel óptimo estimado.

Es importante destacar como en los últimos años el valor observado de las reservas está muy por encima del nivel considerado óptimo. Para el año 93 las reservas óptimas se sitúan en este caso en US\$4,660 millones, contra un dato observado de

debe esperarse que las tasas de rentabilidad real se igualen solo cuando están medidas en términos de bienes transables. Véase Dutton (1993).

¹⁴ Es importante señalar que de haber utilizado una medida de rendimiento real del capital en lugar del costo de uso del capital se habría obtenido un menor valor para el R óptimo.

CUADRO 2
Nivel Optimo de Reservas Internacionales y Costos

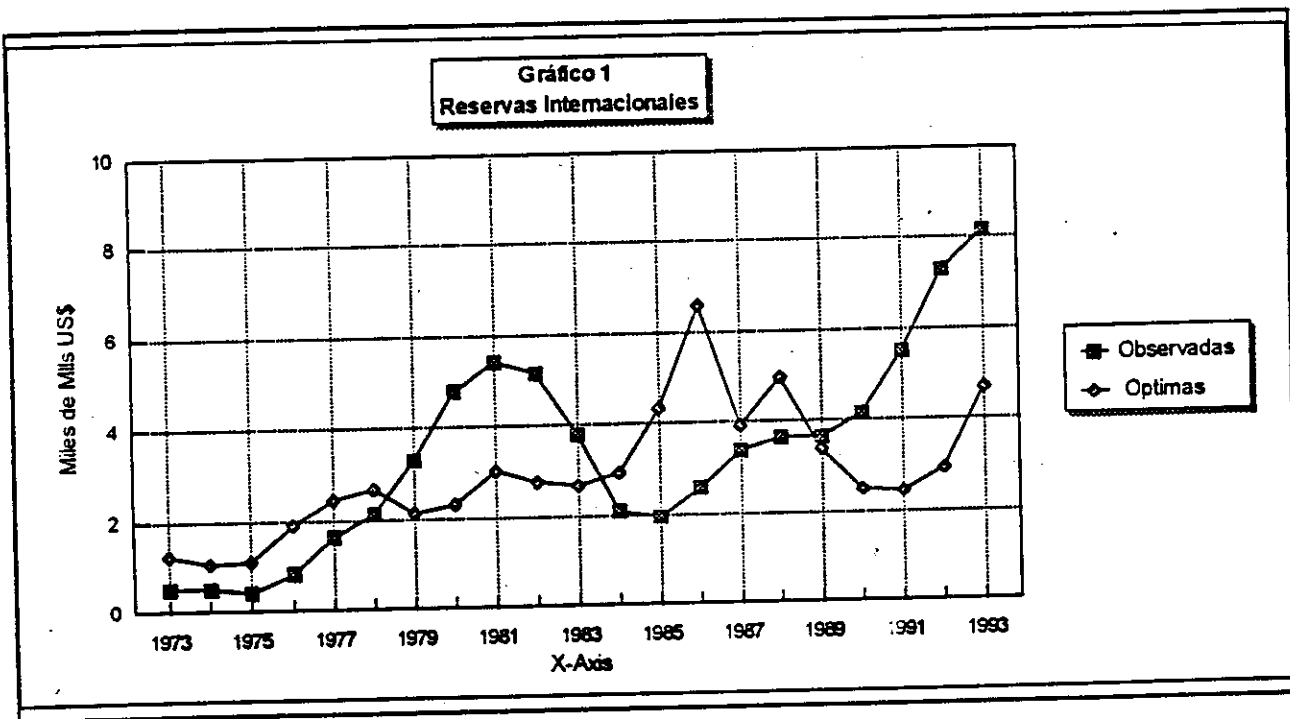
| | Reservas Internacionales | | m=M/PIB % | W/PIB 1/ % | r % | Z (Mils US\$) |
|------|---------------------------|------------------------|--------------|---------------|--------|------------------|
| | Observadas (Mils US\$) | Optimas (Mils US\$) | | | | |
| | (1) | (2) | | | | |
| 1973 | 479.3 | 1230.8 | 12.53 | 86.52 | 3.77 | 18.1 |
| 1974 | 516.2 | 1020.1 | 12.91 | 87.97 | 8.31 | 42.9 |
| 1975 | 414.3 | 1080.0 | 11.41 | 82.19 | 8.11 | 33.6 |
| 1976 | 814.5 | 1909.7 | 11.13 | 81.08 | 3.38 | 27.5 |
| 1977 | 1631.3 | 2433.7 | 10.42 | 78.17 | 3.32 | 54.1 |
| 1978 | 2123.7 | 2671.2 | 12.19 | 85.24 | 4.16 | 88.4 |
| 1979 | 3286.8 | 2102.2 | 11.57 | 82.82 | 9.71 | 319.0 |
| 1980 | 4790.7 | 2288.9 | 13.96 | 91.83 | 12.10 | 579.7 |
| 1981 | 5398.4 | 3025.3 | 14.29 | 93.01 | 7.97 | 430.1 |
| 1982 | 5147.8 | 2762.0 | 14.06 | 92.18 | 11.13 | 572.8 |
| 1983 | 3786.8 | 2645.6 | 12.83 | 87.65 | 11.97 | 453.4 |
| 1984 | 2065.9 | 2929.0 | 11.74 | 83.50 | 9.46 | 195.4 |
| 1985 | 1928.7 | 4345.6 | 11.84 | 83.86 | 2.92 | 56.3 |
| 1986 | 2582.6 | 6559.3 | 11.02 | 80.65 | 1.35 | 35.0 |
| 1987 | 3363.3 | 3906.3 | 11.62 | 83.03 | 4.94 | 166.2 |
| 1988 | 3667.1 | 4947.3 | 12.76 | 87.41 | 3.37 | 123.5 |
| 1989 | 3633.0 | 3387.0 | 12.67 | 87.06 | 8.24 | 299.3 |
| 1990 | 4143.7 | 2493.4 | 13.88 | 91.52 | 16.25 | 673.3 |
| 1991 | 5473.6 | 2446.7 | 11.93 | 84.24 | 17.26 | 944.9 |
| 1992 | 7296.7 | 2938.4 | 14.96 | 95.38 | 13.27 | 967.9 |
| 1993 | 8128.9 | 4659.7 | 18.23 | 106.34 | 7.38 | 599.8 |

1/ Utilizando la ecuación (9) y los valores de m para Colombia.

2/ Para el cálculo de r se utilizó el diferencial entre el costo de uso real del capital y la tasa de rendimiento real de las reservas, definida esta última como Libor a 6 meses menos inflación en USA. En 1986 el valor de r resultó menor que cero y por lo tanto se le asignó el valor del margen observado.

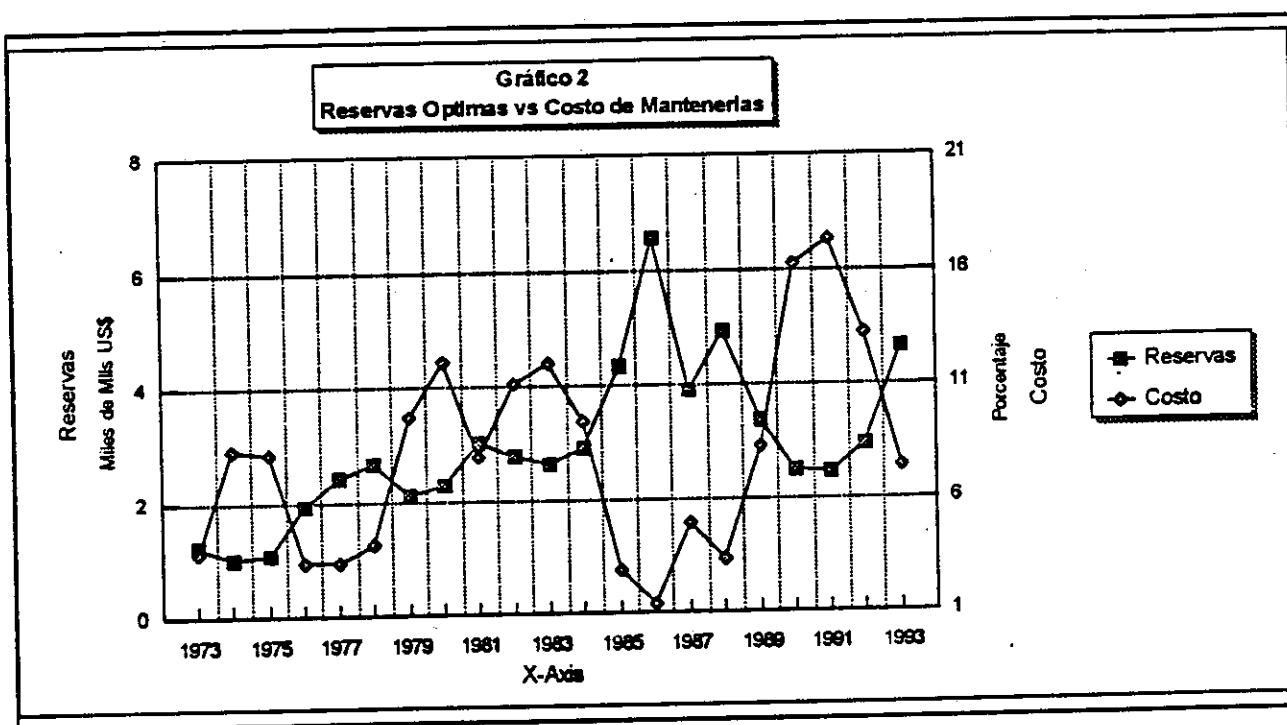
US\$8,129 millones. Este cálculo es comparable al de Carrasquilla (1994) quien utilizando las soluciones óptimas alternativas citadas en BG establece un rango de US\$2690 a US\$3727 millones para 1993 y es muy cercano al presentado en las notas editoriales de noviembre de 1993 , de US\$ 4,600.0 millones.

En los gráficos 1 y 2 se presentan el valor óptimo estimado de R versus su nivel observado y el costo de oportunidad r. Al examinar el gráfico 1 se observa que el nivel observado de reservas estuvo por debajo del nivel óptimo en dos períodos, de 1973 a 1978 y entre 1984 y 1989 ; por otra parte el nivel observado fue superior al óptimo en el periodo comprendido entre 1978 y 1984 y de nuevo a partir de 1989. Cabe anotar que el brusco movimiento observado en 1986 obedece principalmente al comportamiento atípico de la variable de costo de oportunidad en dicho año¹⁵



¹⁵ Véase nota 2 del cuadro 2.

Igualmente, al examinar el gráfico 2, se puede corroborar la relación inversa entre el nivel óptimo y el costo de oportunidad. Así, entre 1984 y 1988, el costo de oportunidad se redujo debido a la caída en la tasa de interés real y el nivel de reservas observado estuvo por debajo del nivel óptimo. Esta situación se revertió durante el periodo comprendido entre 1989 y 1991, cuando el costo de oportunidad aumentó y el nivel óptimo estimado de reservas cayó con respecto a su nivel de 1989, ubicándose por debajo del nivel de reservas observado.



El nivel óptimo comienza a crecer de nuevo a partir de 1991, debido al aumento en el grado de exposición externa de la economía, lo cual se evidencia al pasar m de 11.93% en 1991 a 18.23% en 1993, y a pesar de que el costo de oportunidad de mantener reservas se elevó, en este período, debido a la caída en las tasas de interés externas y al aumento en la rentabilidad de las inversiones domésticas.

La discrepancia entre el nivel observado y el nivel óptimo estimado de reservas puede interpretarse como una decisión deliberada de las autoridades de no ajustar de manera inmediata el nivel de reservas observado a una meta específica debido a los costos que ello acarrearía. En este sentido, puede pensarse en un comportamiento similar al descrito por Clark (1970), donde se aduce que la velocidad de ajuste es una variable de decisión de las autoridades y que de acuerdo con esto, el saldo de reservas evolucionará en concordancia con la ecuación (2) mencionada anteriormente, la cual proviene de una especificación de ajuste parcial que postula que el resultado en la balanza de pagos, BP_t , puede ser descrito de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} BP_t &= BP_t^* + \epsilon_t \\ BP_t^* &= \gamma (R_t^* - R_{t-1}) \end{aligned} \tag{10}$$

donde BP_t^* es la meta de balanza de pagos que nos lleva a la meta de reservas R_t^* con una velocidad de ajuste γ ; ϵ representa los flujos en la balanza de pagos que no están incluidos en BP_t^* . Utilizando el hecho que $BP_t = R_t - R_{t-1}$ se obtiene la ecuación (2).

Los resultados de la estimación no restringida de (2) para Colombia, presentados en el Cuadro 3, sugieren que la variación en el nivel de reservas de un año ajusta aproximadamente la tercera parte de la divergencia entre el nivel deseado de reservas y el observado en el período anterior.

Este valor de la velocidad de ajuste puede explicarse en la existencia de cierto tipo de restricciones que impiden que el nivel observado se acerque al nivel óptimo estimado de manera inmediata. Así, por ejemplo, desinflar el saldo de reservas de manera acelerada puede traer consecuencias cambiarias no deseadas. Por otro lado, la evolución del saldo de reservas debe consultar el comportamiento de otras variables, principalmente el crédito doméstico.

En este sentido, Edwards (1984) afirma que si bien las autoridades pueden tener una meta de nivel de reservas, la evolución de dicho saldo debe consultar el comportamiento de los agregados de crédito doméstico. De esta manera, bajo la premisa

que la evolución del saldo de reservas debe tener en cuenta las metas de las autoridades y los deseos del sector privado expresados en la demanda de dinero, dicho autor postula una ecuación de ajuste para el nivel de reservas que incluye la meta de reservas y los desequilibrios en el mercado monetario como determinantes de la velocidad de ajuste, e implícitamente, del nivel óptimo de reservas¹⁶.

Cuadro 3
Estimación del modelo de ajuste parcial para Colombia
Variable dependiente: LOG(R_t)

| Variable | Coefficiente | Error estándar | P-value |
|--|-------------------------|----------------|------------------|
| LOG(R _t [*]) | 0.2960 | 0.0758 | 0.0011 |
| LOG(R _{t-1}) | 0.7156 | 0.0768 | 0.0000 |
| MA(1) ¹⁷ | 0.7931 | 0.1561 | 0.0001 |
| Estadísticas de Bondad de Ajuste y Diagnóstico | | | |
| R ² =0.9274 | R ² A=0.9188 | F=108.56 | Error Estd.=0.23 |
| Test de consistencia del modelo ¹⁸ , F=3.01; P-value=0.1005 | | | |
| Test de correlación serial de los residuos, Ljung-Box=0.83; P-value=0.9346 | | | |
| Test de heterocedasticidad, ARCH, 2 rezagos: F=1.044; P-value=0.376 | | | |
| Test de heterocedasticidad, WHITE, F=0.6834; P-value=0.614 | | | |

¹⁶ Frenkel (1983) utiliza un razonamiento similar pero construye los niveles deseados de reservas y saldos monetarios a partir de datos de panel que sirven para calcular la velocidad de ajuste en cada país. En el presente trabajo se realizaron estimaciones similares utilizando nuestras estimaciones del nivel óptimo de reservas y de los desequilibrios monetarios sin obtener resultados satisfactorios.

¹⁷ Corresponde a un parámetro de media móvil estimado con el propósito de recoger la estructura del error. Generalmente se espera que en los modelos de ajuste parcial el error siga un modelo de media móvil.

¹⁸ Esta prueba determina si la suma de los coeficientes de la ecuación(2) es igual a uno.

IV. Conclusiones

La economía colombiana ha venido registrando una acumulación continua de reservas desde 1986, lo cual ha llevado las reservas internacionales a niveles que sobrepasan lo que podría considerarse adecuado de acuerdo con criterios como el número de meses de importaciones y la variabilidad de la balanza de pagos.

En este trabajo se realiza una estimación del nivel óptimo de reservas utilizando la metodología de Ben-Bassat y Gottlieb, por medio de la cual se minimiza un función de costos esperados con base en tres criterios: el costo de oportunidad de mantener un saldo de reservas, la evaluación del riesgo del país, tal como se refleja en el margen de los créditos externos, y el grado de apertura de la economía expresado en la propensión media a importar.

De acuerdo con nuestro cálculo el nivel óptimo de reservas en 1993 se ubicaría alrededor de US\$4660 millones, comparado con un nivel observado de US\$8129 millones. Si bien se observa una marcada discrepancia, a largo del periodo examinado, entre el nivel óptimo y el observado, el ajuste del nivel observado hacia el óptimo no es inmediato, debido a la existencia de costos en términos de las variables macroeconómicas que imponen restricciones sobre el comportamiento de las autoridades.

De hecho, los cálculos sobre la velocidad de ajuste indican que cada año las autoridades tienden a ajustar aproximadamente la tercera parte del diferencial entre el nivel deseado de reservas y el observado en el período anterior. Esto puede interpretarse como evidencia de que las autoridades toman en cuenta dichas restricciones; así por ejemplo, la acumulación creciente de reservas en los últimos años obedece en parte al deseo de mantener un tasa de cambio real competitiva y evitar así un deterioro del sector externo colombiano.

Es importante señalar que un desarrollo posterior de este tema requiere una modelación específica de las restricciones que enfrenta la autoridad monetaria. Por ejemplo, sería necesario conocer explícitamente un modelo de las preferencias de las autoridades con respecto a la variabilidad y el nivel de la tasa de cambio, a la inflación y

al nivel y la variabilidad del producto. De esta manera, dichas restricciones podrían incorporarse como criterios para la estimación del nivel óptimo y/o de la velocidad de ajuste.

Apéndice No 1

Solución Matemática del Modelo de BG

Del problema minimización planteado en (4) surge un nivel óptimo de reservas el cual se deriva solucionando para R la condición de primer orden:

$$\frac{dCER}{dR} = \frac{d\pi}{dR} (W - rR) + (1 - \pi) r \quad (A1)$$

Así, el valor de R óptimo es de la forma:

$$R = (1 - \pi) [\pi_R]^{-1} + \frac{W}{r} \quad (A2)$$

donde π_R es la derivada de π respecto a R. La condición de segundo orden es la siguiente:

$$\frac{d^2CER}{dR^2} = \pi_{RR} (W - rR) - \pi_R^2 r \quad (A3)$$

siendo π_{RR} la segunda derivada de π con respecto a R. Los valores de π_R y π_{RR} pueden ser encontrados al derivar (5) con respecto a R, suponiendo que el nivel de endeudamiento externo D sigue el esquema, $D = D_n + R$, donde D es la deuda externa total del país y D_n representa el endeudamiento no relacionado con la política de manejo de las reservas.

$$\pi_R = \pi f_R (1 - \pi); \text{ con } f_R = \frac{df}{dR}$$

$$\pi_{RR} = \pi (1 - \pi) [f_{RR} + f_R^2 (1 - 2\pi)] \text{ con } f_{RR} = \frac{d^2f}{dR^2} \quad (A4)$$

$$f_R = \frac{\alpha_1 \alpha_2}{R X} e^{\frac{D}{X}} \text{ y } f_{RR} = \frac{\alpha_1 \alpha_2}{R^2 X^2} e^{\frac{D}{X}}$$

Apéndice 2
Datos básicos para la Determinación del Nivel Óptimo de Reservas Internacionales

| | —Reservas Internacionales— | | —Comercio Exterior— | | Tasa Cambio Prom-Anual (\$ x 1us\$) (5) | Deuda Externa | | | | | Población (Millones pers.) (11) | Inflación USA % (12) | —Producto Interno Bruto— | | Costo Uso K ^{3/} T. Interés Real Implícita % (15) |
|------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| | Prom - Brut (Mile US\$) (1) | Utilidades 1/ (Mile US\$) (2) | Import-CIF (Mile US\$) (3) | Export-FOB (Mile US\$) (4) | | Saldo Vigente (Mile US\$) (6) | Servicio (Mile US\$) (7) | Años-Prom Amortiz (8) | Margen 2/ Prom.Anual % (9) | Libor a 6 meses Prom.Anual % (10) | | | —Prec. Corr.— (Mile \$) (13) | —Nom. Dolares (Mile US\$) (14) | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1973 | 479.25 | 23.75 | 1,289.80 | 1,177.30 | 23.82 | 2,022.0 | 210.00 | 18.70 | 0.8035 | 9.40 | 22.902 | 6.20 | 243,160.0 | 10,295 | 6.96 |
| 1974 | 616.17 | 39.84 | 1,597.20 | 1,416.80 | 26.08 | 2,220.0 | 297.00 | 16.70 | 0.8333 | 10.84 | 23.440 | 11.01 | 322,384.0 | 12,371 | 8.14 |
| 1975 | 414.25 | 21.34 | 1,494.70 | 1,498.00 | 30.93 | 2,470.0 | 242.00 | 15.20 | 1.1626 | 7.75 | 23.991 | 9.18 | 405,108.0 | 13,098 | 6.68 |
| 1976 | 814.50 | 41.50 | 1,707.50 | 1,757.20 | 34.70 | 2,662.0 | 258.00 | 16.10 | 1.6941 | 6.12 | 24.548 | 6.76 | 532,270.0 | 15,339 | 3.75 |
| 1977 | 1,631.25 | 65.79 | 2,028.30 | 2,457.20 | 38.77 | 2,779.0 | 324.00 | 15.70 | 1.5597 | 6.37 | 25.117 | 8.48 | 716,029.0 | 19,473 | 3.21 |
| 1978 | 2,123.87 | 115.76 | 2,838.20 | 3,102.30 | 39.10 | 2,898.0 | 402.00 | 14.30 | 0.8700 | 9.20 | 25.700 | 7.83 | 909,487.0 | 23,281 | 5.73 |
| 1979 | 3,288.83 | 237.91 | 3,233.00 | 3,374.40 | 42.55 | 3,458.0 | 649.00 | 13.00 | 0.7646 | 12.15 | 26.298 | 11.24 | 1,188,817.0 | 27,939 | 10.62 |
| 1980 | 4,790.87 | 459.55 | 4,682.80 | 4,255.00 | 47.28 | 4,324.0 | 542.00 | 13.40 | 0.7542 | 14.03 | 26.526 | 13.54 | 1,579,130.0 | 33,400 | 12.59 |
| 1981 | 5,398.42 | 815.39 | 5,199.20 | 3,195.40 | 64.49 | 5,708.0 | 668.00 | 13.00 | 0.6610 | 16.72 | 27.091 | 10.38 | 1,882,773.0 | 38,388 | 14.32 |
| 1982 | 5,147.75 | 485.48 | 5,477.70 | 3,284.00 | 84.09 | 6,819.0 | 900.00 | 14.60 | 0.6084 | 13.60 | 27.670 | 8.19 | 2,497,258.0 | 38,965 | 18.54 |
| 1983 | 3,788.75 | 283.04 | 4,988.10 | 3,257.90 | 78.88 | 7,780.0 | 980.00 | 14.70 | 1.1499 | 9.93 | 28.261 | 3.22 | 3,054,137.0 | 38,729 | 18.69 |
| 1984 | 2,065.92 | 96.58 | 4,492.40 | 3,728.10 | 100.82 | 8,588.0 | 1182.00 | 15.20 | 1.4968 | 11.29 | 28.885 | 4.28 | 3,856,584.0 | 38,252 | 16.49 |
| 1985 | 1,928.87 | 80.72 | 4,130.70 | 3,918.80 | 142.31 | 10,811.0 | 1449.00 | 11.60 | 1.4908 | 8.64 | 29.481 | 3.58 | 4,965,883.0 | 34,896 | 8.01 |
| 1986 | 2,582.58 | 119.49 | 3,852.20 | 6,466.90 | 194.28 | 12,891.0 | 1843.00 | 13.30 | 1.3540 | 6.85 | 30.024 | 1.93 | 6,787,956.0 | 34,943 | 3.00 |
| 1987 | 3,363.25 | 181.30 | 4,228.00 | 6,409.40 | 242.81 | 13,947.0 | 2353.00 | 12.00 | 1.0056 | 7.30 | 30.578 | 3.85 | 8,824,408.0 | 38,373 | 8.59 |
| 1988 | 3,887.08 | 210.30 | 5,005.30 | 6,439.20 | 299.17 | 14,011.0 | 2780.00 | 12.60 | 0.9373 | 8.13 | 31.141 | 4.07 | 11,731,348.0 | 39,213 | 7.43 |
| 1989 | 3,933.00 | 245.20 | 5,010.20 | 8,105.40 | 382.57 | 14,071.0 | 2903.00 | 13.30 | 0.9419 | 8.27 | 31.715 | 4.83 | 15,126,718.0 | 39,540 | 12.68 |
| 1990 | 4,143.87 | 292.91 | 5,688.40 | 7,139.00 | 502.28 | 14,809.0 | 3146.00 | 15.90 | 1.0205 | 8.35 | 32.300 | 6.39 | 20,228,122.0 | 40,274 | 19.21 |
| 1991 | 5,473.58 | 330.48 | 4,948.50 | 7,653.20 | 633.05 | 14,881.0 | 3287.00 | 12.80 | 1.0548 | 6.08 | 32.841 | 4.25 | 26,240,771.0 | 41,451 | 19.09 |
| 1992 | 7,298.72 | 395.85 | 8,512.85 | 7,383.40 | 759.29 | 13,830.0 | 3451.00 | 14.70 | 0.5286 | 3.90 | 33.392 | 3.03 | 33,064,150.0 | 43,546 | 14.14 |
| 1993 | 8,128.93 | 285.60 | 9,841.01 | 7,428.30 | 788.34 | 13,024.0 | 3379.90 | 8.90 | 0.6500 | 3.41 | 34.080 | 2.95 | 42,454,488.0 | 63,900 | 7.84 |

Principales Indicadores Económicos 1923-1992. Banco de la República; Estadísticas Financieras Internacionales, CD-ROM, Fondo Monetario Internacional.

Ingreso por convenio y crédito recíproco

ido a partir de los créditos contratados por el sector público a tasa fluctuante (libor a 6 meses).

primaria: Olivera, M., (1993). "El Costo del Uso del Capital: una nueva estimación. Planeación y Desarrollo V.24 No 2. Cálculos hechos con base a promedios móviles de orden 2.

Bibliografía

- Ben-Bassat, Avraham y Daniel Gottlieb, "Optimal International Reserves and Sovereign Risk" en Journal of International Economics, vol 33, pp 4345-362, (1992).
- Carrasquilla, Alberto, "Consideraciones sobre el manejo de las reservas internacionales" Mimeo, Banco de la República, 1994.
- Christiano, M, y Eichenbaum, " Unit Roots in the Real GNP. Do We Know, and Do We Care?, NBER Working Paper, No 3130, 1989.
- Clark, Peter B. "Optimum International Reserves and the Speed of Adjustment" en Journal of Political Economy, vol 78, #2, pp 356-376, 1970.
- Cohen, Daniel. Private Lending to Sovereign States: A Theoretical Autopsy, 1989.
- Dutton, Marilyn M. "Real Interest Rate Parity New Measures and Tests", en Journal of International Money and Finance, No 12, pp 62-77, 1993.
- Edwards, Sebastian, "LCD's Foreign Borrowing and Default Risk: An Empirical Investigation 1976-1980" NBER Working Paper Series, No 1172, julio de 1983.
- Edwards, Sebastian, "The Demand for International Reserves and Monetary Equilibrium: Some Evidence from Developing Countries" en The Review of Economics and Statistics. Vol 66, pp 495-500, Agosto de 1984.
- Feder, Gershon y Richard E. Just, "An Analysis of Credit Terms in the Eurodollar Market" en European Economic Review, No. 9, pp 221-243, 1977.
- Frenkel, Jacob. "International Liquidity and Monetary Control" en George M. vonFurstenberg, ed. International Money and Credit, Washington, D.C. IMF, 1983.
- Heller, Robert H, "Optimal International Reserves", en The Economic Journal, junio de 1966, pp 297-311.
- Heller, Robert H, y Moshin Khan, "The Demand for International Reserves Under Fixed and Floating Exchange Rates" en IMF Staff Papers, vol 25, # 4, pp 623-649, diciembre de 1978.

Herrera Santiago, "Movilidad de capitales en la economía colombiana" en Macroeconomía de los flujos de capital en Colombia y América Latina, Mauricio Cárdenas y Luis Jorge Garay compiladores, 1993.

Instituto del FMI, " Reserve Management", documento de trabajo, 1990.

Landell-Mills, J.M. "The Demand for International Reserves and Their Oportunity Cost", en IMF Staff Papers, vol 36, # 3, pp 708-730, septiembre de 1989.

Lizondo, José Saul y Donald J. Mathieson, "The Stability of the Demand for International Reserves" en Journal of International Money and Finance, No 6, p 251-282, 1987.

Olivera, Mauricio, "El costo de uso del capital: Una nueva estimación" en Planeación y Desarrollo, Vol 24 No 2, 1993.

Oliveros, Hugo, "Metodos de regresión en la econometría", en Memorias del Simposio de Métodos de Regresión", UN-ICFES, 1990.

Revista del Banco de la República, "Notas Editoriales", noviembre de 1993.

Roger, Scott, "The Management of Foreign Exchange Reserves" en BIS Economic Papers, No. 38, julio de 1993.

Zivot, Eric y Donald Andrews, "Further Evidence on the Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis" en Journal of Business and Statistics, vol 10, No 3, 1992.