

DENOMINACIÓN DE LA DEUDA DEL GOBIERNO DE CHILE: UNA PERSPECTIVA DE MANEJO DE RIESGOS

*Elías Albagli I.**

I. INTRODUCCIÓN

A medida que los gobiernos de países en vías de desarrollo logran controlar sus déficits fiscales, avanzando en criterios de sostenibilidad fiscal de largo plazo, el paso natural es comenzar a incluir en la administración de la posición fiscal agregada, criterios más avanzados de teoría financiera. En este contexto, adquiere gran importancia el papel del manejo de activos y pasivos soberanos, particularmente su denominación en monedas y tasas, con el objetivo de minimizar la exposición de las finanzas públicas frente a la volatilidad de distintos factores de riesgo. Este enfoque es de especial importancia en países que dependen del comercio de materias primas, donde los términos de intercambio explican una parte importante del desempeño económico, o que han acumulado montos considerables de deuda pública cuyo servicio está ligado a la evolución de las paridades cambiarias y tasas de interés internacionales.

Si bien el presente trabajo está aplicado al caso del gobierno chileno, el propósito es ofrecer un marco de análisis fácilmente extensible a países emergentes que tienen una carga financiera importante, generada por la deuda soberana externa, y cuya recaudación fiscal está correlacionada con el precio de algún producto primario exportable o importable, ya sea directamente con el resultado de compañías estatales, o indirectamente a través de la correlación de dicho precio con la actividad interna.

1. Tendencias Mundiales en el Manejo de Deuda Pública

Reconociendo la importancia que tiene la deuda pública en la capacidad de cobertura de los países frente a *shocks* económicos y financieros, el Comité Monetario y Financiero Internacional encargó al Fondo Monetario Internacional en conjunto con el Banco Mundial, un

trabajo donde se propusieran directrices generales para mejorar la gestión de su manejo. El documento final, de noviembre 2002,¹ incluye también casos de estudio con ejemplos de las acciones que algunos países han tomado en esta dirección. Entre las tendencias más relevantes, destaca el avance en el uso de criterios de manejo de riesgo en los últimos quince años en dos dimensiones principales.

La primera es de carácter institucional, y se refiere al acto de separar el manejo de la deuda pública del manejo de la política monetaria y fiscal, enfatizando la importancia de mantener siempre un criterio de coordinación con las últimas dos, y destacando el rol de la transparencia de objetivos, instrumentos y estrategias utilizados para el éxito de la medida. En la mayoría de los casos, esto se ha materializado en la creación de unidades autónomas para el manejo de la deuda pública, dependientes del ministerio de hacienda o finanzas, y en algunos casos incluso en agencias externas.²

El segundo aspecto tiene relación con el gradual reemplazo del criterio de escoger la estructura de deuda que reduce el costo financiero del momento, por un enfoque de perspectiva más amplia, donde se privilegian estructuras que resguardan la estabilidad de la posición fiscal frente a posibles *shocks*. Si bien para muchos el enfoque sigue puesto en controlar el riesgo del pago mismo de intereses, en algunos países este enfoque se ha extendido a la consideración de la evolución conjunta del servicio de la deuda, los

Agradezco los valiosos aportes de Ricardo Caballero, Luis F. Céspedes, José De Gregorio, Bernardita Piedrabuena, Klaus Schmidt-Hebbel, Rodrigo Valdés y Matías Tapia, así como los comentarios de un árbitro anónimo. El contenido es de exclusiva responsabilidad del autor y no refleja necesariamente la opinión del Banco Central de Chile.

* Banco Central de Chile.

¹ Fondo Monetario Internacional y Banco Mundial (2002).

² Nueva Zelanda, Colombia y Polonia son algunos países donde se ha traspasado el manejo a unidades autocontenidas; Irlanda, Portugal, Suecia y Sudáfrica representan los casos más extremos de externalización.

activos de gobierno y las principales variables macroeconómicas que los afectan, enfoque denominado “manejo de activos y pasivos”.³

Este enfoque, el más cercano al que se desarrolla en el presente trabajo, ha sido ya incorporado en la estrategia fiscal chilena, como demuestra la reciente colocación del último bono soberano emitido en enero del 2004, por primera vez a tasa variable. El comunicado oficial del Ministerio de Hacienda señala como uno de los motivos de la elección de tasa flotante el razonamiento anterior.⁴

2. El Caso Chileno

El componente estocástico de los ingresos y gastos del Gobierno Central de Chile depende, bajo un marco simplificado, de la evolución de cuatro factores: El producto interno, el precio internacional del cobre, los diversos tipos de cambio y las tasas Libor en las que está denominada su deuda. El ejercicio desarrollado en el presente trabajo, basado en los estados financieros del Gobierno Central vigentes a noviembre del 2003,⁵ tiene por objetivo revisar la conveniencia de la denominación de la deuda pública, tanto interna como externa, planteando la posibilidad de realizar “swaps” que permitan modificar el perfil de intereses de los principales pasivos y activos estatales, considerando el comportamiento histórico de dichos factores y sus respectivas correlaciones. El criterio de evaluación se basa en encontrar la denominación de deuda que minimice la volatilidad del resultado fiscal, y no la volatilidad del servicio de la deuda por sí sola. Dicho objetivo responde a la consideración del Gobierno como un ente interesado en proteger su perfil de flujos frente a variaciones inesperadas y simultáneas de los distintos factores de riesgo macroeconómicos.⁶

Si bien los *swaps* de tasas fijas por variables (o, alternativamente, la recompra de deuda a tasa fija con nueva deuda a tasa variable) afectan también el perfil de flujos esperados en el tiempo, este criterio no será considerado por responder a condiciones coyunturales y no a las relaciones estructurales de largo plazo entre las variables involucradas.⁷ En el mismo sentido, el presente trabajo no considera la posibilidad de cambiar el plazo o duración de los

contratos actuales, caso en el que entrarían a jugar aspectos de riesgo/retorno en la elección de deuda corta (típicamente más riesgosa y barata) por sobre la larga.⁸

El orden del trabajo es el siguiente: la sección II introduce los elementos principales para analizar la inmunización del resultado fiscal; la metodología utilizada, las variables de interés en el estado de resultados del Gobierno y cómo se ven afectadas por la evolución de los principales factores de riesgo. La sección III analiza las posibilidades de denominación de deuda, junto al cálculo de las volatilidades y correlaciones de sus factores. A partir de estos, se compara la volatilidad o exposición del resultado fiscal actual con las alternativas de denominación disponibles. La sección IV describe los beneficios y costos involucrados en el *swap* propuesto, en un marco teórico de valoración de riesgo/retorno que permita cuantificar la magnitud de las posibles ganancias. La sección V analiza los escenarios de riesgo que implicarían las recomendaciones anteriores frente a cambios en la estructura de correlaciones, complementando los resultados con un ejercicio estadístico que considera el carácter estocástico de las correlaciones utilizadas. La sección VI concluye.

³ Como ejemplo, Portugal considera la evolución de otras variables macro, en conjunto con el pago de intereses, para calcular la volatilidad potencial del flujo de caja gubernamental. El Reino Unido incluye, además, la evolución de los activos del gobierno consolidado: las reservas internacionales.

⁴ El comunicado puede encontrarse en la página web del ministerio; www.minhda.cl.

⁵ La elección de fecha se debe a que el presente trabajo fue motivado por iniciativa del Ministerio de Hacienda respecto de la conveniencia de la denominación de deuda vigente en ese momento.

⁶ El criterio de cobertura más común consiste en proteger el valor del patrimonio frente a variaciones inesperadas de los factores de riesgo, lo que se logra con el principio de calce (temporal y de monedas) entre activos y pasivos. Para el caso de un Gobierno Central, tiene más sentido evitar un descalce de flujos que le obligue a emitir montos importantes de nueva deuda para poder cumplir su meta de gastos.

⁷ Los servicios de la deuda externa a tasa fija se pueden repactar a una tasa variable que en promedio sea equivalente a la actual tasa (valor presente esperado de deuda constante), pero con una distribución temporal distinta. Dada la estructura actual ascendente de los contratos futuros de tasas variables, esto implicaría, en términos esperados, pagos de intereses a corto plazo menores que los actuales, compensados por mayores pagos futuros.

⁸ Los bonos soberanos chilenos se han colocado típicamente con plazos entre cinco y diez años.

II. INMUNIZACIÓN DEL RESULTADO FISCAL

1. Metodología de Evaluación de Riesgo: “Valor en Riesgo” (VaR)

La metodología VaR⁹ puede definirse como la respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cuánto es el máximo valor que puede perderse en un tiempo determinado, bajo cierto nivel de confianza?

Esta metodología es útil para medir la exposición de una cartera formada por varias cuentas, si cada una de ellas puede verse afectada por más de un factor de riesgo. En este caso puntual, el VaR será útil para medir el impacto sobre el resultado fiscal del comportamiento estocástico de los factores relevantes en un número concreto. Este criterio cuantitativo permitirá comparar con objetividad distintas alternativas para la denominación de la deuda pública.

La metodología consta de los siguientes pasos, los que serán acompañados de un ejemplo hipotético para facilitar la comprensión. Primero, se identifican los principales factores de riesgo que afectan la cartera que se pretende inmunizar. En este caso, dado que se desea inmunizar el estado de resultados del Gobierno Central, corresponde determinar el grupo de $J=1, \dots, n$ cuentas de resultados que dependen de la realización de un conjunto de $i=1, \dots, k$ factores.

En nuestro ejemplo hipotético, supongamos que el estado de resultados fiscal tiene solo dos cuentas. La primera es de ingresos, equivalente a la recaudación tributaria, mientras que la segunda es de gastos, dada por el pago de intereses de la deuda, la cual está denominada en dólares y anclada a una tasa variable Libor. La primera cuenta es afectada por un solo factor de riesgo: la evolución del producto interno. El pago de intereses, por otra parte, naturalmente estaría afectado por dos factores de riesgo: la depreciación del dólar (dado que los ingresos relevantes para el Gobierno están en pesos) y las variaciones de la tasa que ancla el pago de intereses.

A continuación, se mide la respuesta o elasticidad de cada cuenta a las variaciones del factor relevante. Supongamos (la realidad no es muy lejana) que la elasticidad del ingreso tributario respecto del PIB es 1: un crecimiento de 6% aumenta los ingresos fiscales

también en 6%. Por construcción, las elasticidades de los otros factores de riesgo en la cuenta de gastos también son iguales a 1, ya que una depreciación de 20% implica pagar una deuda 20% más cara en términos de pesos chilenos, al igual que un aumento de 20% en la tasa de interés por ejemplo, pasar de 4% a 5%†implica un 20% de pago adicional de intereses.

Tercero, es necesario calcular las volatilidades y correlaciones entre los distintos factores involucrados. Obteniendo dichos valores para nuestro ejemplo, el VaR para cada factor puede entonces obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$VaR_i = \left(\sum_{j=1}^n \frac{\partial j}{\partial i} di \right) * \sigma_i * Z_{(1-\alpha)} \quad (1)$$

que corresponde al efecto agregado, a través de las j cuentas, de la variación en un factor, donde σ_i representa la desviación estándar del factor i , y $Z_{(1-\alpha)}$ es el estadístico asociado al nivel de confianza deseado.¹⁰ El VaR asociado al PIB sería el valor del mismo (50.7 billones de pesos para el 2003) multiplicado por la elasticidad (uno), multiplicado a su vez por la desviación típica del factor (3%) y por el estadístico asociado a la probabilidad que queremos controlar (el estadístico de la distribución normal asociado al 90% de confianza es 1.64). En este caso, $VaR(\text{PIB}) = 50.7 \text{ Bill.} * 1 * 0.03 * 1.64$. El tipo de cambio afectaría con un análisis similar al pago de la deuda, al igual que variaciones en la tasa Libor, nuestro tercer factor.

Una vez estimado el VaR de cada factor, el VaR total de la cartera se calcula como

$$VaR_{TOT} = (V \times P \times V')^{1/2} \quad (2)$$

donde la matriz $V(1 \times k)$ es el vector de los VaR de los factores considerados, y la matriz $P(k \times k)$ contiene las correlaciones entre los mismos. Si nuestros factores fuesen independientes entre sí (vector de correlaciones es la matriz identidad), el VaR total

⁹ VaR: “Value at Risk”.

¹⁰ Se presume una distribución normal para las series de retornos utilizadas, un supuesto poco restrictivo en la medida en que toda distribución estadística tiende a la distribución normal, para un número de observaciones superior a 30.

sería simplemente la raíz de la suma de los VaR individuales al cuadrado. Sin embargo, resulta claro que una estrategia de inmunización exitosa es aquella que logra correlaciones negativas entre factores con VaR de igual signo —y positivas para VaR de signo contrario— de manera que el VaR total sea menor que la suma de los VaR individuales. En nuestro ejemplo, si las tasas de interés externas tienden a ser más altas en períodos de expansión del PIB, sería recomendable para el Gobierno tener tasas variables, de manera que dicha correlación positiva entre una cuenta de ingresos y una de gastos lograra reducir la volatilidad total de la cartera.

2. Cuentas de Resultados y Factores de Riesgo del Gobierno Central Chileno

A noviembre de 2003, el Gobierno Central mostraba pasivos en torno a 15.4% del PIB.¹¹ Estos se descomponen en deuda externa por US\$5,030 MM, e interna por US\$6,826 MM. Dicha denominación implica un desembolso anual por concepto de intereses de aproximadamente US\$450 MM, poco más de 2.3% del gasto público total, ó 0.6% del PIB. El cuadro 1 muestra la descomposición de la deuda del Gobierno Central de acuerdo con criterios tales como la nacionalidad del acreedor, la moneda de

CUADRO 1			
Deuda del Gobierno Central por Categoría (millones de dólares)			
	Deuda Interna	Deuda Externa	Total
En Pesos	742	0	742,302
En dólares	6,075	3,559	9,634
Yen	0	153	153
Euro	0	457	457
Otras monedas	9	863	872
Total	6,827	5,031	11,858
Tipo Tasa	US Lib 6M +0.5%	Fija	
Costo nominal	1.87 %	6.33 %	
Deuda/PIB	8.84 %	6.52 %	15.36 %
Intereses/PIB	0.17 %	0.41 %	0.58 %

Fuente: Dirección de Presupuestos (Dipres). Valores vigentes a noviembre de 2003.

denominación y la tasa de referencia, todas a valor par (valor nominal de pagos vigentes).¹²

El cuadro muestra el predominio del dólar, que representa 81.2% del total. Esta exposición a mone-

¹¹ Todas las conversiones de monedas a dólares fueron hechas a los tipos de cambio observados correspondientes al promedio de noviembre del 2003 (US 1= \$625.47).

¹² Se supone que al Gobierno Central le interesa minimizar su exposición expresada en UF, es decir, en moneda local de capacidad adquisitiva constante. Los cuadros están expresados en dólares simplemente por seguir la denominación actual del grueso de la deuda.

CUADRO 2			
Gobierno Central: Ingresos y Gastos Seleccionados, Ejercicio 2003 (millones de dólares)			
Ingreso Total	17,151	Gasto Total	17,817
Ingresos Corrientes	16,796	Gastos Corrientes	14,879
-Ingresos de Operación	1,094	- Gasto en Personal	3,406
-Imposiciones Previsionales	1,164	- Prestaciones previsionales	5,218
-Ingresos Tributarios Netos	12,978	- Intereses Deuda	428
-Cobre Neto de FCC	548		
-Transferencias	182		
-Otros Ingresos	777		

Fuente: Dipres.

CUADRO 3

Elasticidad de las Principales Cuentas Fiscales a Distintos Factores de Riesgo

Cuenta	PIB (%)	Tasas	Factor Tipo Cambio	Precio Cobre
Ingresos tributarios netos	1.05 ^a	-	-	-
Ingresos por cobre	-	-	2 ^b	2 ^b
Pago deuda	-	1 ^c	1 ^c	-

a. Fuente: Marcel et al. (2000).

b. Fuente: Cálculos internos del Banco Central a partir de un estado de resultados simulado de Codelco.

c. Fuente: Calculadas por construcción.

das extranjeras significó, sin ir más lejos, que la apreciación de casi 15% del peso respecto del dólar, observada durante el 2003, redujo el pago de intereses (expresados en pesos) en 11%.

El perfil de intereses, por su parte, corresponde principalmente a montos fijos predeterminados para la deuda extranjera, pero variables para la mayor parte de la deuda interna. Es así como el 89% de esta última está anclado a la tasa Libor de seis meses en dólares más 50 puntos base. La caída de 13 puntos base de esta tasa en 12 meses a enero del 2004, por ejemplo, significó una reducción de intereses de US\$8 MM, cerca de 2% del servicio total de la deuda.

Queda claro de lo anterior que el tipo de cambio y la tasa de interés que ancla el pago de intereses de la deuda soberana son factores de riesgo importantes detrás de esta cuenta del estado de resultados fiscal. Sin embargo, es necesario considerar las demás cuentas y sus respectivos factores de riesgo para poder realizar una evaluación de riesgo integral (cuadro 2).

Las partidas que interesan para el análisis son las que se ven afectadas por factores que puedan estar correlacionados con variables tales como tipos de cambio, tasas de interés y, en general, cualquier serie estadística cuya trayectoria implique fluctuaciones de valor en el estado de resultados. Con este criterio, se pueden identificar los ingresos tributarios netos y los ingresos por cobre por el lado de las fuentes de fondos, y los intereses de la deuda por el lado de los usos.

Cada una de estas partidas es afectada, a su vez, por los movimientos de un conjunto de factores de riesgo, a los cuales responden de acuerdo con distintas

elasticidades (cuadro 3):

- Ingresos tributarios netos: provienen de la recolección de impuestos y obedecen principalmente a la evolución del PIB.¹³ Estimaciones de la elasticidad de la recaudación tributaria con respecto al producto realizadas por la Dipres encuentran un valor de 1.05.
- Ingresos por cobre: Están ligados al precio del metal, así como al tipo de cambio vigente para convertir las ventas a pesos. La elasticidad de la recaudación por cobre es: 2 con respecto al tipo de cambio y 2 con respecto al precio del metal. El tratamiento de esta cuenta merece una aclaración adicional, ya que su impacto sobre los ingresos fiscales se complica por la existencia del fondo de compensación del cobre (FCC). Dicho fondo busca un suavizamiento intertemporal, de manera que cuando el precio es alto (superior a un precio normal o de largo plazo) el flujo extra se acumula, implicando un aumento de los activos en esta cuenta, y una reducción en caso contrario. En este sentido, las fluctuaciones del precio del metal,

¹³ Adicionalmente, la depreciación cambiaria podría afectar la recaudación fiscal si la pérdida de ingresos por parte de sectores perjudicados con una depreciación cambiaria, por ejemplo, no fuera perfectamente compensada con el mayor pago de impuestos de los sectores beneficiados. No existen, sin embargo, estimaciones de dicho efecto en la literatura nacional. En la medida en que cualquier movimiento cambiario simplemente implica un efecto redistributivo entre los sectores externo e interno de la economía, o entre deudores y acreedores en distintas monedas, es probable que la suposición de un efecto nulo no esté tan alejada de la realidad para efectos del presente análisis.

si bien generan flujos para el Gobierno Central en términos consolidados (el fondo de estabilización pertenece al Gobierno), la regla escogida por el Estado implica que dichos flujos no se materializan directamente en el estado de resultados reportado. Para efectos del análisis del presente trabajo, se integra verticalmente el fondo de estabilización con el estado de resultados del Gobierno Central.¹⁴

- c. Pago de intereses deuda soberana: El pago anclado a moneda extranjera tiene elasticidad de 1 con respecto a la depreciación cambiaria correspondiente. Lo mismo ocurre para la parte de la deuda anclada a tasas variables con respecto al movimiento de dichas tasas (una depreciación de 1% o un alza de 1% en la tasa ancla incrementa el pago de intereses en 1%).

Una vez identificadas las cuentas relevantes del análisis, es fácil entender intuitivamente el problema. Independientemente de cuáles sean los objetivos del Gobierno en términos de nivel de recaudación, diseño tributario o aplicación de políticas fiscales contracíclicas, todo gobierno realiza una planificación presupuestaria basada en una serie de supuestos macroeconómicos, objetivos de gasto, etc., y el mejor escenario en cuanto a una definición estándar de riesgo es que el resultado ex post sea lo más cercano posible al planificado. En este sentido, es óptimo que el Gobierno escoja la denominación de su deuda de manera de reducir la volatilidad del estado de resultados en términos agregados,¹⁵ y no la volatilidad del pago de intereses per se. Pensemos, por ejemplo, en la deuda externa. En este marco, lo ideal sería tenerla denominada en una moneda que se relacionara positivamente con el PIB, y anclada a una tasa variable con correlación de igual signo. De esta manera, períodos malos de bajos niveles de producto, en promedio calzarían con un servicio de la deuda soberana menor, *inmunizando* de esta manera el resultado fiscal, pese a que la volatilidad del pago de intereses estuviera aumentando. Esto no es posible en el contexto actual de la deuda externa, sujeta a tasa fija. Respecto de la deuda interna, actualmente 89% está denominado en dólares, a tasa variable (US Libor a seis meses). Por el lado de la tasa, esto sería deseable si tuviese una correlación positiva con el producto.

III. POSIBILIDADES DE ENDEUDAMIENTO

1. Descripción de Alternativas

Las alternativas y combinaciones de estructuras financieras son numerosas. Con respecto a la moneda de denominación, las principales alternativas para el endeudamiento externo, remitiéndose a monedas duras, son el dólar (DI), el euro (EU), el yen (Yn) y la libra inglesa (BP), además del peso chileno o la UF para la deuda interna. A su vez, la tasa convenida puede ser fija (más un *spread*) o anclada a una tasa variable de referencia. En este último caso, la tasa puede ser la de un instrumento de corto, mediano o largo plazo. De esta manera, es posible elegir, por ejemplo, una deuda en yenes a tasa Libor japonesa de tres meses. Para acotar el análisis, se consideran tasas Libor para cada una de las monedas mencionadas para plazos de 90 días y doce meses, más la tasa de política monetaria (TPM) y la de captación promedio en UF de 90 días a un año para Chile (TP90UF). Para plazos mayores, se utilizan tasas a diez años de bonos del tesoro en cada país. Si bien estas denominaciones son solo un subconjunto de las numerosas combinaciones moneda/plazo sobre las que podría denominarse la deuda, es razonable suponer que —en la medida en que se incluyan las principales monedas cuya elección no afecta el costo de la deuda, por problemas de liquidez o premios cambiarios y un abanico temporal que caracterice el corto, mediano y largo plazo— se está abarcando un rango razonablemente amplio de alternativas.

El apéndice 1 presenta una explicación metodológica para la construcción de las series mencionadas y los

¹⁴ La justificación es que, ceteris paribus, sigue siendo verdad que un menor precio del cobre implica una menor recaudación en términos agregados, y lo ideal sería que eso coincidiera con menores pagos de intereses, independientemente de que el Gobierno manejara “distintos bolsillos” donde guardara y retirara a través del tiempo los retornos sobre o subnormales del metal. Este es el mismo tratamiento utilizado por el Banco Central para proyectar el impacto del cobre en los ingresos fiscales (Informe de Política Monetaria, mayo del 2005).

¹⁵ Esto es válido incluso para un gobierno que tenga una política de gasto contracíclica en lugar de una trayectoria estable en el tiempo; en cualquier caso, lo óptimo desde la perspectiva de manejo de riesgo es limitar los descálces que pueden producirse por variaciones de factores exógenos a las decisiones del Estado.

CUADRO 4

Valor en Riesgo de Estructura Financiera Actual¹⁶
(millones de dólares)

Exposición	Efecto de un 1% de aumento en ...					
	Pib	PC	US	Yen	Euro	US libor 6M ^a
Ingresos trib. netos	13,328	139.9				
Ingresos por Cobre	715		14.3	14.3		
Deuda externa	5,031					
En dólares	3,559			-2.7		
En yenes	153				-0.1	
En euros	457					-0.3
Deuda interna	6,827					
En dólares	6,075			-2.2		-60.8
Total		139.9	14.3	9.3	0.1	-0.3
Volatilidad factor (%)		3.1	21.9	7.2	14.1	10.0
Valor en riesgo al 90%		437.0	313.0	67.0	-2.0	-3.0
Var Total	744					

a. Aumento de 100 puntos base

principales resultados de las estimaciones de correlaciones y volatilidades. Para efectos de robustez, se consideraron dos subperíodos: 1986-2003 y 1994-2003, y se utilizaron para cada uno observaciones de frecuencia semestral y anual. En el mismo apéndice, se muestran además los cuadros de correlaciones para las principales variables incluidas en los VaR realizados, mostrando solo las correlaciones individuales estadísticamente significativas. Las correlaciones encontradas de mayor relevancia son:

- a. Tipos de cambio: se confirma la correlación negativa entre las principales variables de actividad, como el PIB y el gasto, y las paridades cambiarias. Para las correlaciones anuales del período completo, el dólar es la moneda con correlación más negativa, en torno a -0.72. Le siguen la libra y el euro, siendo el yen la moneda menos correlacionada con los factores internos de actividad. Para el precio del cobre, y en línea con la intuición económica, la paridad respecto del dólar muestra una correlación negativa y

significativa para todas las especificaciones, al igual que la libra para alguna de estas.

- b. Tasas: se observa una correlación positiva y significativa con respecto al PIB. Más aún, se observan dos regularidades a través de los distintos períodos y frecuencias analizadas. Primero, las tasas largas (diez años) tienen menor correlación que las de mediano plazo (un año) con la actividad interna si se toma el subperíodo 1994-2003, y lo contrario ocurre para el período completo, mientras que las tasas cortas (tres meses, no reportadas) son las de menor correlación. Segundo, para la mayoría de las especificaciones, la tasa en euros a ambos plazos tiene mayor correlación con la actividad que sus contrapartes en otras monedas. Respecto de las tasas internas, su correlación con la actividad interna es poco significativa en la totalidad de los casos.

¹⁶ Según ley de presupuestos aprobada el 2003.

2. Resultados

Posición actual

El valor en riesgo del resultado fiscal con la estructura actual de la deuda se muestra en el cuadro 4, y corresponde a la especificación anual para el período completo.

La columna de la izquierda muestra el valor total de las principales cuentas fiscales en juego. El lado derecho muestra el efecto en el valor de las cuentas frente a variaciones de 1% en cada factor de riesgo. Cada factor puede afectar a más de una cuenta; Un alza del dólar, por ejemplo, afecta positivamente la recaudación por ingresos del cobre, pero aumenta también el pago de deuda externa e interna expresada en pesos.

El VaR total indica que, si se considera el comportamiento histórico de los factores en cuestión,¹⁷ el resultado anual del fisco puede empeorar, como máximo, en 744 millones de dólares, con un 95% de

confianza. Para tener una idea del orden de magnitud, este valor representa alrededor de 4% de los ingresos fiscales presupuestados, o cerca de 1% del PIB corriente del 2003.

Denominación alternativa

Para encontrar una estructura óptima de financiamiento, se planteó un problema de minimización del VaR, que da como respuesta un conjunto de ponderadores para la denominación de la deuda interna y externa, así como de las respectivas tasas de indexación. Estos ponderadores dependen de la especificación de series utilizadas en el cálculo de las correlaciones y volatilidades. Los principales resultados se muestran en el cuadro 5.

¹⁷ Valor calculado con datos anuales para el período completo de estimación.

CUADRO 5				
Estructura Óptima de Deuda y Ponderaciones				
Frecuencia	Anual		Semestral	
	86-03	94-03	86-03	94-03
Deuda Externa				
Dólares	1.0		1.0	
Yenes				
Euros		1.0		1.0
Libras				
Deuda Interna				
Dólares	1.0		1.0	
Yenes				
Euros				1.0
Libras		1.0		
UF				
VaR Actual ^a	744.0	687.0	287.0	299.0
VaR mín ^a	658.0	547.0	263.0	260.0
Ahorro %	11.5	20.4	8.4	13.3
VaR moneda actual, tasa flotante	664.0	659.0	263.0	277.0
Ahorro% tasa flotante	10.7	4.1	8.2	7.5

a. Cifras en millones de dólares.

El cuadro indica las ponderaciones ideales con respecto a la moneda y el plazo de tasa para anclar la denominación. La alternativa de denominación más robusta, tanto para la deuda interna como para la externa, es la deuda en euros del Gobierno Alemán si se consideran las correlaciones obtenidas del período 1994-2003, mientras que la tasa del tesoro de Estados Unidos a 10 años aparece como la mejor alternativa si se utilizan las correlaciones obtenidas del período completo. Si bien estos resultados pueden implicar ambigüedad al escoger la denominación de moneda más adecuada, son bastante robustos respecto de la conveniencia de pactar tasas variables, con pagos anclados a la evolución de tasas de mediano o largo plazo. En efecto, las últimas dos columnas del cuadro 5 muestran que es posible lograr un ahorro importante de volatilidad modificando únicamente la denominación actual de tasas fijas hacia variables, manteniendo la denominación de moneda actual.

En definitiva, el ejercicio muestra que la volatilidad del resultado fiscal podría reducirse en forma considerable —en un rango de 11-20%—, transformando la denominación de la deuda pactando *swaps* con algún banco de inversiones. El apéndice 2 muestra una simulación de un intercambio de flujos entre el Gobierno Central y el banco en cuestión. Como muestran los cuadros, corresponde a un ejercicio con valor presente esperado igual a cero. Existe, no obstante, un costo de transacción asociado. Este costo y la conveniencia de incurrirlo se evalúan en la sección IV. Obviando este último, los resultados preliminares indicarían que la deuda del Gobierno Central se encuentra en una posición ineficiente en el espectro de riesgo/retorno que ofrece el mercado, pudiendo reducir la volatilidad del resultado fiscal sin encarecer el valor presente del pago de intereses.

IV. COSTOS Y BENEFICIOS DEL *SWAP*

Los beneficios del *swap* propuesto provienen de la disminución de la volatilidad del resultado fiscal, lo que puede ser valioso por diversos motivos. Primero, si bien una mayor volatilidad implica el mismo flujo en términos esperados, en los escenarios donde sea necesario emitir deuda, el pago de intereses será típicamente mayor que la rentabilidad que pueda obtenerse de los excedentes en los escenarios

opuestos, además de los costos de transacción asociados a ambos escenarios. Segundo, puede ser complicado desde el punto de vista de la información justificar emisiones frecuentes de deuda temporal, contrarrestadas con acumulación de activos en otras ocasiones, tanto internamente como para los mercados financieros internacionales. Tercero, debido a que los costos anteriores pueden implicar que en ciertos escenarios adversos parte del ajuste se haga por la vía de reducir el gasto social, una mayor volatilidad puede afectar el bienestar de los agentes al interrumpir o cambiar bruscamente el perfil de gastos en ciertos proyectos públicos de alta valoración social.

Respecto de los costos de reestructurar la denominación actual de la deuda del Gobierno hacia un punto de mayor eficiencia en el espectro riesgo/retorno, estos deberían ser despreciables en un mundo sin fricciones, con mercados eficientes y competencia perfecta. En la realidad, sin embargo, es necesario pagar una comisión que típicamente se cobra como un porcentaje del monto establecido en el contrato. Por esta razón, es necesario cuantificar los beneficios asociados a la reducción de la volatilidad, y compararlos con dicho costo.

Un marco estándar de análisis de este tipo de problemas consiste en cuantificar el beneficio proponiendo una función de utilidad marginal decreciente, la que tiene implícita aversión al riesgo. Las especificaciones más comunes de funciones de utilidad intertemporales son del tipo aditivas separables, y de aversión relativa al riesgo constante (CRRA), inversamente correlacionadas con la elasticidad de sustitución intertemporal. Si bien las funciones de este tipo son atractivas por su tratamiento analítico simple, han sido criticadas por su pobre desempeño empírico (Mehra y Prescott, 1985), lo que ha llevado a utilizar modelos alternativos (Selden, 1978; Kreps y Porteus, 1978) donde la aversión y la elasticidad de sustitución no están correlacionadas, mejorando así el desempeño estadístico (Attanasio y Weber, 1989). En el presente trabajo, se optó por escoger una especificación de utilidad más estándar del tipo CRRA, no solo por privilegiar la simplicidad analítica, sino por la necesidad de contar con estimaciones de los

principales parámetros de la función, tarea que se dificulta si es necesario estimar por separado un coeficiente de aversión al riesgo y la elasticidad de sustitución intertemporal. En particular, se supondrá la siguiente función de utilidad del Gobierno Central:

$$U_0 = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t) \tag{3}$$

donde

$$U(C) = \frac{C^{1-\gamma}}{1-\gamma} \tag{4}$$

representa una función de utilidad genérica con elasticidad de sustitución intertemporal $1/\gamma$ (donde γ es el coeficiente de aversión relativa al riesgo) constante, que puede tomar un valor distinto de 1, y C representa en este caso el gasto de gobierno. Supongamos que C es una variable aleatoria con alguna distribución de probabilidades que fluctúa alrededor de un valor esperado, $E(C) = C_0$. Tomando una aproximación de Taylor cerca de dicho valor, la

utilidad esperada puede expresarse como

$$E\{U(C)\} \approx \frac{C_0^{1-\gamma}}{1-\gamma} - \frac{1}{2} \gamma C_0^{-(1+\sigma)^2} \tag{5}$$

donde se desprecian términos mayores al segundo orden. Esta expresión puede utilizarse para medir el aumento de utilidad que implica una disminución de volatilidad que no altera el valor esperado del resultado fiscal, más allá del costo de transacción necesario para pactar el *swap*. Dicho costo, por su parte, es simplemente un porcentaje del principal considerado en el contrato. Estimaciones informales sobre un monto a “swapear” de 20 millones de dólares sugieren un cobro alrededor de 20 puntos base, los cuales pueden bajar considerablemente si se habla de montos como el de la actual deuda de Gobierno. Sin embargo, para realizar un análisis conservador, se supondrá la cifra anterior. Asimismo, ya que la propuesta permite reducir la volatilidad en el futuro, los cálculos deben expresarse como el valor presente del aumento de la utilidad.

CUADRO 6

Beneficio Neto del Swap
(valor presente, como % del PIB)

Correlaciones Anuales, 86-03				Correlaciones Semestrales, 86-03			
	1/ρ				1/ρ		
β	0.50	0.66	1.00	β	0.50	0.66	1.00
0.99	0.38	0.26	0.13	0.99	0.12	0.06	0.00
0.95	0.08	0.05	0.03	0.95	0.02	0.01	0.00
0.9	0.04	0.03	0.01	0.9	0.01	0.01	0.00
Correlaciones Anuales, 94-03				Correlaciones Semestrales, 94-03			
	1/ρ				1/ρ		
β	0.50	0.66	1.00	β	0.50	0.66	1.00
0.99	0.58	0.41	0.23	0.99	0.14	0.08	0.01
0.95	0.12	0.08	0.05	0.95	0.03	0.02	0.00
0.90	0.06	0.04	0.02	0.90	0.01	0.01	0.00

Fuente: Estimaciones propias.

Valores utilizados para el cálculo (US\$):

Monto a “swapear” = 11.858; Gasto Fiscal = 14.839; Comisión = 20 (PB).

Dado que los resultados son altamente sensibles a los valores utilizados tanto para la tasa de descuento (β) como para la elasticidad intertemporal de sustitución ($1/\gamma$), mostramos el valor presente de las ganancias de utilidad para distintas combinaciones de dichos parámetros, valoradas como porcentaje del PIB, para cada una de las especificaciones de correlaciones (cuadro 6). Por el lado de la elasticidad de sustitución intertemporal, Duncan (2003) estima un valor entre 0.46 y 0.56, mientras que la literatura internacional varía ampliamente entre cerca de 0 (Hall, 1988) y 1.4 (Amano et al., 1998). En un análisis conservador, se consideran tres posibilidades; 0.5, 0.66 y 1. Respecto a la tasa de descuento, Bergoing y Soto (2005) utilizan $\beta = 0.978$, calculado a partir de la tasa de interés real promedio para el período 1986-2000, mientras Calderón y Gallego (2002), a partir de sus estimaciones de la tasa de interés neutral, implican valores entre 0.93 y 0.97 aproximadamente, dependiendo de la definición y el período de cálculo. De forma similar, se consideran tres posibles valores para β : 0.9, 0.95 y 0.99.

Para estimar el costo del *swap*, los 20 puntos base se aplicaron al total de la deuda de gobierno, en base anualizada considerando la tasa actual promedio de la misma (3.76%). Para el cálculo de las utilidades, se supuso el gasto fiscal como monto base (C_0) en un 20% del PIB. Tomando los valores centrales de los parámetros del cuadro 6, los diferenciales de utilidad indican que los beneficios pueden valorarse entre 0.01 y 0.09% del producto, dependiendo de qué correlaciones se consideren más relevantes para proyectar la evolución futura de los factores de riesgo.

Aunque estas cifras parezcan pequeñas, deben considerarse al menos dos elementos. Primero, el costo de transacción del *swap* no se aplica a un horizonte de más largo plazo, donde nuevas emisiones pueden colocarse desde un comienzo a tasa variable, por lo que la medida tendría mayores beneficios. El segundo es que, desde el objetivo más general de este trabajo, los beneficios son pequeños para Chile por los moderados niveles de deuda pública que presenta, pero posiblemente considerables para países donde la carga de intereses es un componente más relevante del gasto fiscal.

V. ESCENARIOS DE RIESGO

La primera consideración que se debe tener presente al analizar los resultados de un ejercicio tipo VaR se relaciona con la estabilidad de las correlaciones entre los principales factores de riesgo. En determinadas circunstancias, si la actividad interna comenzara a estar inversamente correlacionada con las tasas externas, las medidas anteriores amplificarían, en lugar de reducir, la volatilidad del resultado del Gobierno Central. Sin embargo, es importante reconocer que, si bien a principios de fases expansivas o contractivas las tasas de los países pierden correlación con la actividad por efectos de la política monetaria estabilizadora, en la mayor parte del ciclo existe una correlación positiva entre actividad y tasas implícitas en los bonos gubernamentales de plazos largos a nivel mundial. El fondo del problema está, por lo tanto, en identificar escenarios de distinta correlación entre actividad interna y externa, y ponderarlos por su probabilidad de ocurrencia. Los principales escenarios son:

- a. Auge interno/externo: En esta situación, la recaudación del Gobierno tanto por impuestos como por cobre aumentaría, de igual forma que las tasas sobre su deuda. Esta situación sería ideal desde el punto de vista de inmunización; pagar alta deuda cuando el ingreso más importante del Gobierno, el relacionado con la actividad, está en auge.
- b. Auge interno/estancamiento externo: En esta situación, las bajas tasas cobradas sobre la deuda se sumarían a la alta recaudación tributaria de la actividad interna, parcialmente mitigada por menores ingresos del cobre. Si bien esta situación generaría una amplificación del estado de resultados, la amplificación sería para el lado deseado.
- c. Estancamiento interno/auge externo: Esta situación tiene, naturalmente, las implicancias inversas de la anterior: la indexación a tasas variables propuesta amplificaría el déficit fiscal.
- d. Estancamiento interno/externo: Corresponde justamente a los escenarios para los cuales esta estrategia está pensada: pagar una deuda baja cuando la actividad aporta menores recursos fiscales.

Este simple análisis muestra que, en el contexto de la

recomendación principal del trabajo, esto es, de anclarse a tasas variables, el único escenario preocupante es el c). Para tener una idea del riesgo asociado a cada escenario, el apéndice 3 muestra un ejercicio simple. En el eje de las abscisas, se grafica la diferencia entre el crecimiento semestral anualizado para la economía chilena y su valor promedio para el período 1986-2003. El eje de las ordenadas muestra la tasa del bono de gobierno de 10 años para Chile, por sobre su promedio histórico en igual período. Como muestran los gráficos, la ocurrencia del escenario 3 (cuarto cuadrante) es relativamente poco frecuente para algunas tasas, acumulando entre 14 y 25% de los casos posibles, dependiendo del país con que se compare.

Con respecto a la distribución futura de escenarios, intuitivamente el segundo y el tercero son menos probables, por dos razones. Primero, la actividad interna tiene estrecha relación (y dependencia) con el precio del cobre, el que es alto cuando la actividad externa está en auge. Segundo, una hipótesis respaldada por evidencia empírica reciente¹⁸ sostiene que el creciente proceso de integración comercial a través de los numerosos acuerdos comerciales bilaterales logrados por el país apuntan hacia una mayor correlación de la actividad chilena con la actividad mundial.

Finalmente, es interesante testear los resultados encontrados analizando las propiedades de las correlaciones calculadas. El enfoque VaR entrega una medida de exposición dentro de un intervalo de confianza, dado un set de correlaciones que se suponen constantes. En la práctica, no obstante, dichas correlaciones son en sí mismas parámetros estimados de regresiones bivariadas lineales, cuyas propiedades estadísticas es importante incluir en el análisis cuando la fuente principal de incertidumbre es la inestabilidad de los parámetros. A continuación se realizan dos ejercicios con este objetivo. El primero testea la significancia de las correlaciones, tanto en forma individual como conjunta. Además de mostrar las correlaciones individuales estadísticamente significativas, el apéndice 1 muestra el contraste para las correlaciones conjuntas, donde la hipótesis nula es que la matriz de correlaciones es igual a la matriz de identidad. Para todas las especificaciones, el test rechaza la hipótesis nula al 5%.

El segundo ejercicio intenta capturar las propiedades estadísticas de las correlaciones para contrastar la significancia de la reducción del VaR implícita en la propuesta. Usando el método delta, que permite computar valores críticos para funciones de parámetros estimados, es posible testear si los VaR resultantes de la denominación de deuda actual y la propuesta son estadísticamente distintos.

Sea \tilde{b} el vector estimado de las correlaciones verdaderas entre los factores utilizados, β , donde $f(\tilde{b})$ es una función (en este caso, la resta del VaR actual menos la alternativa óptima) de \tilde{b} , con $\text{plim } f(\tilde{b}) = f(b)$. De acuerdo con el método delta, que permite calcular la distribución estadística de una función de parámetros estimados, $f(b)$ sigue la siguiente distribución asintótica:

$$f(\tilde{b}) \approx N \left[f(\beta); \Gamma \left(\frac{\sigma^2}{(n-L)} \left(\frac{X'X}{n-L} \right)^{-1} \right) \Gamma' \right] \quad (6)$$

donde Γ es el vector ($1 \times L$) de derivadas parciales de $f(b)$ respecto de cada una de las L correlaciones consideradas, X es la matriz ($LT \times L$) de los datos utilizados para estimar dichas correlaciones, $n=L \times T$, y σ^2 es la suma de los errores al cuadrado de la regresión para estimar las correlaciones. Luego, el estadístico t -Student del contraste de la hipótesis nula de igualdad de VaR puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$t = \frac{f(\tilde{b})}{S}, \quad (7)$$

donde el numerador es la diferencia estimada entre el VaR con la denominación de deuda propuesta y la actual, y S es la desviación estándar estimada que se obtiene de (6). Los resultados del contraste no rechazan la hipótesis nula de igualdad de VaR bajo ambas denominaciones.

Estos resultados (cuadro 7) implican que, si bien el VaR del estado de resultados del Gobierno Central es menor con la denominación propuesta que con la actual, para todas las especificaciones de horizonte

¹⁸ Ver Calderón (2003).

CUADRO 7

Significancia de Reducción de VaR (millones de US\$)				
Frecuencia	Anual		Semestral	
Período	86-03	94-03	86-03	94-03
VaR Actual	744	687	287	299
Desv. Est.	138	155	33	40
VaR Mínimo	658	547	263	260
Desv. Est.	132	206	37	40
Valor t	0.98	1.18	0.79	1.46

y frecuencia de series, dicha diferencia no sería estadísticamente significativa al considerar la inestabilidad de las correlaciones estimadas. Si bien esto pone en duda la conveniencia de realizar los *swaps* propuestos, es la opinión del autor que la creciente integración de la economía chilena con la actividad mundial a través de sus socios comerciales tenderá a fortalecer las correlaciones futuras entre la actividad interna y externa, y por ende entre esta primera y las principales tasas a nivel mundial, constituyendo un argumento a favor para considerar emisiones futuras de deuda en línea con la última colocación del Gobierno a tasas variables. Más aún, para países con mayores niveles de deuda pública, los beneficios potenciales de aplicar un marco de análisis similar pueden ser bastante mayores.

VI. CONCLUSIONES

El presente trabajo evaluó la estructura actual de la deuda del Gobierno Central, enfocándose en la inmunización del resultado fiscal. Un análisis de la evolución de los principales factores de riesgo que afectan al estado de resultados estatal, y de su relación con las alternativas disponibles de instrumentos financieros, permite hacer ciertas afirmaciones respecto de la denominación óptima de la deuda pública:

- con la denominación de deuda actual, el resultado fiscal se expone, con un 95% de confianza, a fluctuaciones máximas de 744 millones de dólares anuales (0.93% del PIB). La causa principal de dicha exposición es la variación de los factores involucrados, principalmente el PIB, el precio del cobre, la tasa US Libor a seis meses y el tipo de cambio.

- si bien gran parte de esta exposición se debe a factores exógenos a la estructura de la deuda, una reestructuración financiera óptima permitiría reducirla en alrededor de 11-20%, dependiendo del horizonte y frecuencia que se considere relevante para el cálculo de las correlaciones claves. Tal reestructuración debería comprender *swaps* de monedas y tasas, de manera que el servicio de la deuda externa e interna se relacionaran positivamente con la evolución de la actividad económica y el precio del cobre. Un análisis conservador de costo y beneficio en el espectro riesgo/retorno sugiere que el valor presente neto de la ganancia de utilidad generada por dicha propuesta, si bien modesto para el Gobierno Central, es positivo.
- Aunque la propuesta óptima varía dependiendo de la especificación de datos escogida para calcular las volatilidades y correlaciones de los factores involucrados, la mayoría de los cálculos apuntan a un número reducido de candidatos: deuda externa e interna en euros y/o dólares. Respecto a la denominación de tasa, la respuesta es inambigua: Independiente de la moneda elegida, la deuda debería anclarse a la tasa del bono de gobierno de mediano o largo plazo respectivo. De hecho, parte importante de la reducción en volatilidad podría alcanzarse cambiando exclusivamente las tasas fijas por variables, manteniendo la denominación de moneda.
- Por último, pese a que las principales correlaciones utilizadas en el análisis son estadísticamente significativas para la mayoría de los horizontes y frecuencias, tanto individualmente como en forma conjunta, un contraste que considera la variabilidad de las correlaciones utilizadas en los cálculos encuentra que la reducción del VaR no es significativa. Apoyar la propuesta anterior requiere entonces revisar las expectativas acerca de la distribución futura de las correlaciones. La creciente integración económica de Chile con sus principales socios comerciales podría sostener esta visión. Más aún, el marco de análisis desarrollado podría entregar interesantes resultados para países con mayores niveles de deuda pública, donde la volatilidad del resultado fiscal depende en forma más importante del servicio de intereses.

REFERENCIAS

- Amano, R., W-M. Ho, y T. Wirjanto. 1998. "Intraperiod and Intertemporal Substitution in Import Demand." CREFE WP 84, Université du Quebec a Montréal.
- Attanasio, O. y G. Weber (1989). "Intertemporal Substitution, Risk Aversion and the Euler Equation for Consumption." *Economic Journal* 99(395):59-73, Supplement: Conference Papers.
- Banco Central de Chile (2005). *Informe de Política Monetaria*, mayo.
- Bergoing, R. y R. Soto (2005). "Testing Real Business Cycle Models in an Emerging Economy." En *General Equilibrium Models for the Chilean Economy*, editado por R. Chumacero y K. Schmidt-Hebbel, Banco Central de Chile.
- Calderón, C. (2003). "Do Free Trade Agreements Enhance the Transmission of Shocks across Countries?" Documento de Trabajo N°213, Banco Central de Chile.
- Calderón, C. y F. Gallego (2002). "La Tasa de Interés Real Neutral en Chile." *Economía Chilena* 5(2): 65-72.
- Marcel, M., M. Tokman, R. Valdés y P. Benavides (2000). "Balance Estructural del Gobierno Central: Metodología y Estimaciones para Chile: 1987-2000." Dirección de Presupuesto Nacional, Chile.
- Duncan, R. (2003). "The Harberger-Lauren-Metzler Effect Revisited: An Indirect-Utility-Function Approach." Documento de Trabajo N°250, Banco Central de Chile.
- Fondo Monetario Internacional y Banco Mundial (2002). "Guidelines for Public Debt Management." Mimeo, Washington, D.C.
- Hall, R. (1988). "Intertemporal Substitution in Consumption." *Journal of Political Economy* 96(2): 339-57.
- Huang, C. y R. Litzenberger (1988). *Foundations for Financial Economics*. New Jersey: EE.UU. Prentice Hall.
- Hull, J. (2000). *Options, Futures, and Other Derivatives*. New Jersey: EE.UU. Prentice Hall.
- Kreps, D. y E. Porteus (1978). "Temporal Resolution of Uncertainty and Dynamic Choice Theory." *Econometrica* 46(1): 185-200.
- New Zealand Debt Management Office (1993) "Institutional Arrangements of Government Debt Management in New Zealand." Mimeo.
- Mehra, R. y E. Prescott (1985). "The Equity Premium: A Puzzle." *Journal of Monetary Economics* 15(2): 145-61.
- Pindyck, R. y J. Rotemberg, (1990) "The Excess Comovements of Commodity Prices." *Economic Journal* 100(403): 1173-89.
- Selden, L. (1978). "A New Representation of Preferences Over 'Certain x Uncertain' Consumption Pairs: The Ordinal Certainty Equivalent Hypothesis." *Econometrica* 46(5): 1045-60.

APÉNDICE 1

a. Metodología de Construcción de Series

Para calcular volatilidad (desviación estándar) y correlaciones, el primer paso fue llevar todas las series a retornos. De esta manera, variables tipo precio (tipo de cambio, precio del cobre, PIB, etc.) se transformaron a tasas de variación entre períodos, mientras que las variables tipo tasas se mantuvieron inalteradas.

El crecimiento porcentual del PIB entre semestres se calcula simplemente como la variación del Imacec (desestacionalizado) entre dos semestres consecutivos. Lo mismo para la variación del IPC.

Para calcular la serie de tasas largas en euros, se utilizó la serie del bono de gobierno alemán. Esta es una buena *proxy* de la tasa larga en euros (correlación en torno a 0.99), y permite solucionar el problema de falta de datos para esta última, disponible solo a partir de 1991.

Para llevar las series a términos reales, se ajustó por la inflación de las respectivas frecuencias. Para los tipos de cambio, el procedimiento consistió en restar de la depreciación cambiaria la inflación chilena del correspondiente período. No se hizo lo mismo, sin embargo, para las tasas externas ni para el precio del cobre, ya que como estos gastos (ingresos) en términos reales son la variación del pago en pesos (cambio en tasa o retorno precio cobre + depreciación) menos la inflación interna, ajustar por IPC ambas variables equivaldría a restar dos veces el efecto.

Las tasas internas ya están expresadas en términos reales, al igual que la serie crecimiento del PIB.

b. Principales Correlaciones

CUADRO A1.1															
ANUAL 86-03															
	BP1Y	BP10Y	JY1Y	JY10Y	EU1Y	EU10Y	US1Y	US10Y	PRC8	CHDL	CHBP	CHJY	CHEU	PIB	PC
CHDL	-0.54	-0.70	-0.48	-0.69	-0.56	-0.69	-0.47	-0.61	-0.32	1.00	0.63	0.50	0.50	-0.72	-0.38
CHBP	-0.56	-0.35	-0.62	-0.48	-0.75	-0.55	-0.26	-0.29	-0.53	0.63	1.00	0.50	0.79	-0.67	
CHJY						-0.29				0.50	0.50	1.00	0.34	-0.40	
CHEU	-0.63	-0.48	-0.42	-0.43	-0.53	-0.40	-0.66	-0.64	-0.57	0.50	0.79	0.34	1.00	-0.63	
PIB	0.64	0.62	0.59	0.54	0.74	0.58	0.30	0.50	-0.72	-0.67	-0.67	-0.40	-0.63	1.00	
PC				0.26			0.34	0.43		-0.38					1.00
Chi-cuad. calculado													128.95	Significancia conjunta	50.89
Chi-cuad. Tabla													128.95	Chi-cuad. Tabla	50.89

CUADRO A1.2
ANUAL 94-03

	BP1Y	BP10Y	JY1Y	JY10Y	EU1Y	EU10Y	US1Y	US10Y	PRC8	CHDL	CHBP	CHJY	CHEU	PIB	PC
CHDL	-0.45	-0.78	-0.60	-0.70	-0.60	-0.71	-0.35	-0.59		1.00	0.81	0.46	0.51	-0.80	-0.56
CHBP	-0.66	-0.73	-0.61	-0.75	-0.80	-0.82	-0.74	-0.82	-0.39	0.81	1.00	0.36	0.77	-0.79	-0.46
CHJY	-0.44	-0.66	0.00	-0.35	-0.35	-0.38		-0.36		0.46	0.36	1.00	0.42	-0.79	
CHEU	-0.82	-0.56	-0.42	-0.56	-0.63	-0.56	-0.88	-0.84	-0.52	0.51	0.77	0.42	1.00	-0.54	
PIB	0.51	0.84	0.51	0.66	0.69	0.75	0.40	0.61		-0.80	-0.79	-0.79	-0.54	1.00	
PC			0.36	0.34	0.37	0.48				-0.56	-0.46				1.00
	Chi-cuad. calculado														
	Significancia conjunta														
	64.05														
	Chi-cuad. Tabla														
	50.89														

CUADRO A1.3
ANUAL 86-03

	BP1Y	BP10Y	JY1Y	JY10Y	EU1Y	EU10Y	US1Y	US10Y	PRC8	CHDL	CHBP	CHJY	CHEU	PIB	PC
CHDL	-0.40	-0.50	-0.41	-0.46	-0.40	-0.50	-0.28	-0.42		1.00	0.57	0.55	0.54	-0.33	-0.36
CHBP	-0.44	-0.34	-0.56	-0.36	-0.58	-0.40	-0.18	-0.23	-0.48	0.57	1.00	0.47	0.80	-0.52	
CHJY	-0.30	-0.25		-0.18		-0.27	-0.24	-0.19		0.55	0.47	1.00	0.42	-0.22	
CHEU	-0.50	-0.32	-0.35	-0.31	-0.39	-0.28	-0.41	-0.44	-0.41	0.54	0.80	0.42	1.00	-0.43	
PIB	0.56	0.45	0.54	0.41	0.65	0.44	0.25	0.39		-0.33	-0.52	-0.22	-0.43	1.00	
PC							0.26	0.34		-0.36					1.00
	Chi-cuad. calculado														
	Significancia conjunta														
	120.49														
	Chi-cuad. Tabla														
	50.8														

CUADRO A1.4

ANUAL 94-03

	BP1Y	BP10Y	JY1Y	JY10Y	EU1Y	EU10Y	US1Y	US10Y	PRC8	CHDL	CHBP	CHJY	CHEU	PIB	PC
CHDL										1.00	0.84	0.60	0.62	-0.40	-0.46
CHBP	-0.33	-0.42	-0.33	-0.42	-0.44	-0.45	-0.40	-0.43	-0.37	0.84	1.00	0.62	0.82	-0.37	-0.36
CHJY	-0.27	-0.51		-0.32	-0.31	-0.34	-0.29	-0.29		0.60	0.62	1.00	0.57	-0.26	
CHEU	-0.53	-0.41	-0.24	-0.40	-0.39	-0.38	-0.62	-0.59	-0.43	0.62	0.82	0.57	1.00	-0.35	-0.24
PIB	0.44	0.59	0.41	0.51	0.61	0.65	0.33	0.47		-0.40	-0.37	-0.26	-0.35	1.00	0.28
PC			0.39	0.33	0.27	0.40	0.25			-0.46	-0.36	-0.24	-0.24	0.28	1.00
			Chi-cuad. calculado			Significancia conjunta				Chi-cuad. Tabla					
						201.40				50.89					

Definición de variables:

BP1/10Y: tasa Libor 1 año/ bono de gobierno a 10 años, en libras.

JY1/10Y: tasa Libor 1 año/ bono de gobierno a 10 años, en yenes.

EU1/10Y: tasa Libor 1 año/ bono de gobierno a 10 años, en euros.

US1/10Y: tasa Libor 1 año/ bono de gobierno a 10 años, en dólares.

PRC 8: tasa del pagaré reajutable del Banco Central a 8 años.

CHDL: Tipo de cambio pesos x dólar.

CHJY: Tipo de cambio pesos x yen.

CHEU: Tipo de cambio pesos x euro.

CHBP: Tipo de cambio pesos x libra.

PC: Precio del cobre (en dólares)

PIB: Producto interno bruto.

Nota: Se reportan solo correlaciones significativas. La significancia está definida por correlaciones mayores que el inverso de la raíz del número de datos utilizados en la estimación.

APÉNDICE 2**Simulación de Flujos Swap de Tasas**

CUADRO A2						
Flujos Estrategia Swap						
Monto Base: 1,000,000						
Fecha	I Recibo de Banco	II Pago a Banco	III Pago acreedores	IV Saldo	V Pago Saldo	VI Pago Neto
23/5/03		62,080		62,080		
15/7/03	27,500	11,791	27,500		732	12,523
15/1/04	27,500	11,357	27,500		705	12,062
15/7/04	27,500	11,927	27,500		740	12,668
15/1/05	27,500	14,029	27,500		871	14,900
15/7/05	27,500	15,680	27,500		973	16,654
15/1/06	27,500	19,181	27,500		1,191	20,372
15/7/06	27,500	20,897	27,500		1,297	22,194
15/1/07	27,500	23,182	27,500		1,439	24,621
15/7/07	27,500	24,546	27,500		1,524	26,070
15/1/08	27,500	26,449	27,500		1,642	28,091
15/7/08	27,500	27,538	27,500		1,710	29,247
15/1/09	27,500	28,847	27,500		1,791	30,637
15/7/09	27,500	29,304	27,500		1,819	31,123
15/1/10	27,500	30,015	27,500		1,863	31,878
15/7/10	27,500	30,335	27,500		1,883	32,218
15/1/11	27,500	31,375	27,500		1,948	33,322
15/7/11	27,500	31,413	27,500		1,950	33,363
15/1/12	27,500	32,132	27,500		1,995	34,127
15/7/12	27,500	32,361	27,500		2,009	34,370
15/1/13	1,027,500	1,033,271	1,027,500		64,145	1,097,416
Valor Presente		1,192,126				1,192,126

Fuente: Bloomberg (Asset swap calculator).

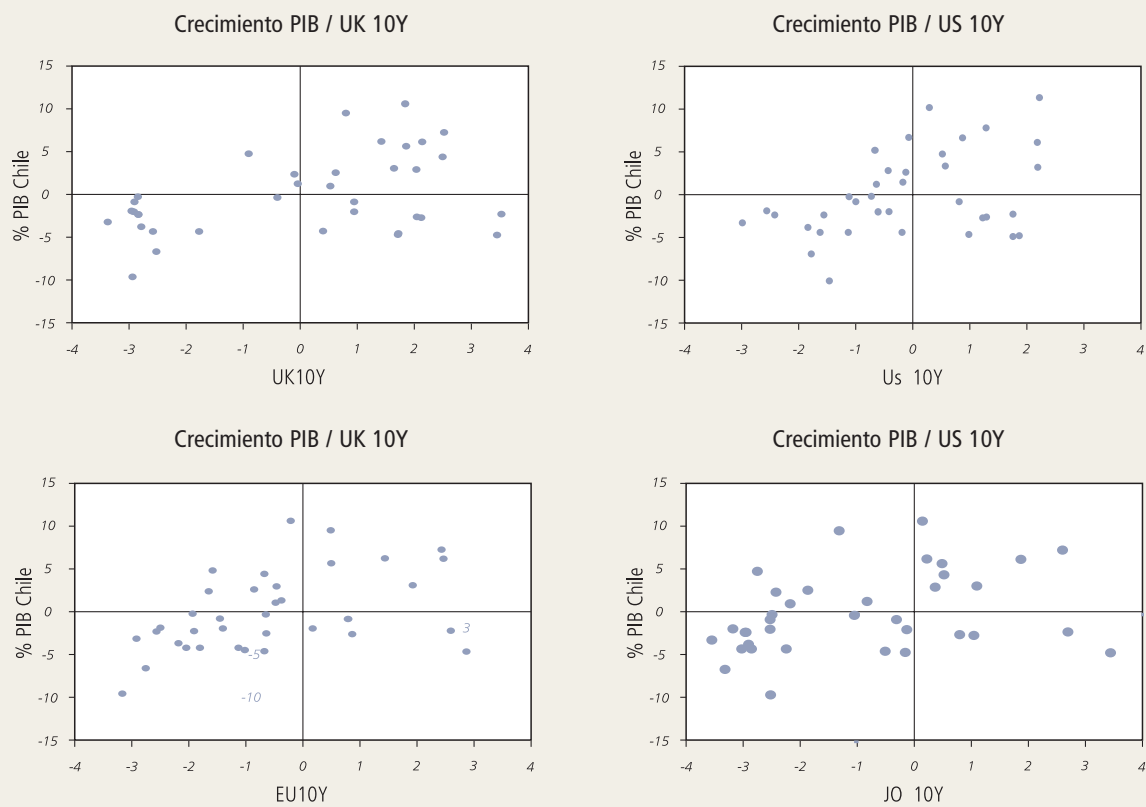
La columna I muestra el flujo actual predeterminado del pago del último bono emitido por el Gobierno Central en el exterior. El valor presente está calculado sobre un monto de 1MM, descontando los pagos a la tasa Libor 3M más el *spread* chileno, que al 23 de abril del 2003 (fecha de la simulación) ascendía a 104.2 puntos base sobre Libor. La estrategia del *swap* consiste en cambiar los flujos fijos por flujos variables, de modo que la contraparte (banco de inversiones) se compromete a recibir un monto variable de intereses a cambio de pagar el perfil fijo de intereses que aparece en la primera columna, de modo que el Gobierno Central anule el perfil fijo de pagos que quiere evitar con la estrategia propuesta.

El flujo variable que exige el banco en cuestión equivale a Libor más el *spread* chileno, sobre el

monto nominal del *swap*. Estos pagos se reproducen en la columna II. Dado que el valor presente de estos es menor que el del bono (que se pactó en un contexto de tasas más altas), el Gobierno Central debe pagar la diferencia al comienzo del *swap*. Esto podría modificarse pidiendo hoy una deuda por esta diferencia (columna IV) a tasa variable (Libor más *spread*). Los pagos netos de esta estrategia tienen igual valor presente que el pago original del bono, pero con un perfil de intereses variables en lugar de fijos. Si bien el perfil que muestra la simulación supone un pago anclado a la Libor 3M, en la práctica se podría anclar al bono del tesoro respectivo de plazos largos sin un mayor costo asociado, lo que sería más indicado, dadas las conclusiones del trabajo.

APÉNDICE 3

Escenarios de Riesgo: Frecuencias Históricas, 1986-2003 (datos semestrales anualizados)



CUADRO A3

Frecuencia	UK10Y	US10Y	EU10Y	JP10Y
Auge Interno/Tasa Alta	0.31	0.25	0.28	0.25
Auge Interno/Tasa Baja	0.08	0.14	0.11	0.14
Recesión Interna/Tasa Alta	0.25	0.19	0.14	0.22
Recesión Interna/Tasa Baja	0.36	0.42	0.47	0.39