

La Tasa Social de Descuento en Chile

Fernando Cartes, Eduardo Contreras y José Miguel Cruz¹

Este documento sintetiza el estudio de cálculo y actualización de la tasa social de descuento para Chile desarrollado por los autores. En el mencionado estudio, se realizó un diagnóstico del mercado de capitales chileno en la actualidad y sus perspectivas de mediano plazo, se identificaron y calcularon los parámetros y variables necesarios para el cálculo de la tasa social de descuento, se incorporó a la tasa social de descuento el riesgo sistemático que afecta a las inversiones del sector público, mediante un modelo apropiado y finalmente se calculó la tasa social de descuento, considerando diversos escenarios de comportamiento de las variables determinantes de este valor. El estudio desarrollado, y este documento de trabajo, constituyen una actualización del estudio anterior desarrollado en Chile para este mismo objetivo (Avilés y Contreras, 1999), y comparte con aquél la incorporación de un nuevo enfoque que explicita el premio al riesgo para proyectos públicos, mediante un modelo consistente con el modelo CAPM basado en el consumo.

1. Marco Teórico para el Cálculo de la Tasa Social de Descuento

En esta sección se describe el marco teórico que sustenta la metodología de cálculo de la TSD que se utilizará en este estudio. En la sección I se analizan en forma somera los principales enfoques de evaluación social existentes para calcular precios sociales y luego se desarrolla en mayor detalle el enfoque de evaluación seleccionado. En la sección II se describe en mayor detalle el enfoque de eficiencia y en la sección III se analiza el sustento teórico para la incorporación del riesgo en la evaluación social de proyectos y se explica la forma en que es posible incorporar esta variable a través del cálculo de la TSD. Finalmente, se analiza el problema de la equidad intergeneracional y la forma de resolverlo a través de la TSD.

1.1 Enfoques de Evaluación Social de Proyectos y la TSD

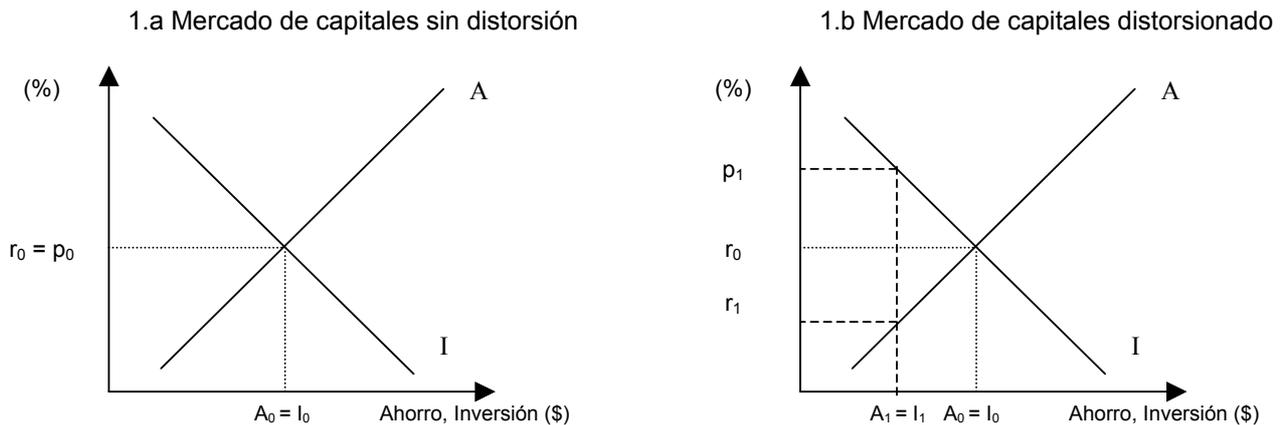
La tasa social de descuento (TSD) en los diversos enfoques de la tradición de Evaluación Social de Proyectos, refleja el verdadero costo para la sociedad de utilizar una unidad adicional de capital en un proyecto y es utilizada para convertir los flujos futuros de beneficios y costos sociales de un proyecto, en valor presente. Hacer esto tiene dos objetivos centrales, por una parte determinar la conveniencia para el país de ejecutar un determinado proyecto y por otra, comparar entre proyectos con distinta estructura temporal de sus flujos. Cabe señalar que dentro de los costos considerados, no se incluye explícitamente el riesgo de los proyectos.

Dicho costo se puede asociar, por una parte, al consumo presente sacrificado y por otra, a las inversiones alternativas que dejarán de hacerse debido al proyecto. En este sentido, la tasa de preferencia intertemporal del consumo (r) mide el sacrificio de consumo para entregar recursos al proyecto, mientras que la productividad marginal de la inversión (p) mide el costo para el país de las inversiones sacrificadas por asignar dichos recursos al proyecto.

¹ Eduardo Contreras y José Miguel Cruz son profesores adjuntos del Departamento de Ingeniería Industrial (DII) de la Universidad de Chile, ambos del Centro de Gestión (CEGES). Fernando Cartes es socio de Capablanca Consultores y profesor jornada parcial del DII.

Como se puede apreciar en la Figura 1.a, en una economía sin distorsiones en el mercado de capitales, r y p son iguales. Sin embargo, cuando el mercado de capitales está distorsionado, estas medidas son diferentes (Figura 1.b).

Figura 1: Impacto de las Distorsiones en el Mercado de Capitales



En el caso de una economía con mercado de capitales distorsionado, surge el problema de cómo combinar ambas tasas para obtener la tasa social de descuento y la forma de hacerlo depende del enfoque de evaluación social que se adopte.

Existen tres enfoques metodológicos para la evaluación social de proyectos: i) metodología de Harberger (Enfoque de eficiencia), ii) metodología ONUDI y iii) metodología de Little y Mirrlees, Squire y Van der Tak (LMST). En esta sección se identifican sólo en forma esquemática las principales diferencias existentes entre estos métodos, ya que el método a utilizar para calcular la TSD es el enfoque de eficiencia, debido a que éste es el enfoque de evaluación de proyectos que utiliza MIDEPLAN.

Tal como se aprecia en el Cuadro N° 1, estos enfoques se diferencian principalmente por la elección del numerario, ya que Harberger toma el ingreso nacional a precios domésticos como referente, mientras que el enfoque de ONUDI usa el consumo global a precios domésticos como numerario y la metodología de LMST toma como numerario la inversión pública medida en moneda extranjera (a precios internacionales o de frontera).

Cuadro N° 1: Principales características de los enfoques de evaluación social

Enfoque	Numerario	Precio base	Efectos distributivos
Harberger	Ingreso Nacional	Precios domésticos	No
ONUDI	Consumo Global	Precios domésticos	Si
LMST	Inversión del Sector Público	Precios de Frontera	Si

Otra diferencia fundamental entre estos enfoques es la incorporación, en términos cuantitativos, de los efectos distributivos en la evaluación social de proyectos. Efectivamente, como señala el propio Harberger (1980) sobre el enfoque de eficiencia: "El análisis tradicional de costo-beneficio es

completamente neutral con respecto a la transferencia pura de un grupo a otro. En este análisis, el valor de un dólar adicional es implícitamente igual para un hombre rico que para un hombre pobre”. Por el contrario, los enfoques de ONUDI y LMST incorporan el efecto distributivo en la evaluación mediante el uso de ponderadores diferenciados según el nivel de ingreso de la persona afectada por el proyecto.

La TSD está intrínsecamente relacionada con el enfoque de evaluación social seleccionado, ya que ésta representa la tasa a la que descende el valor del numerario en el tiempo. Por lo tanto, la TSD apropiada queda definida desde las primeras etapas de la medición, cuando se decide el numerario a emplear. De acuerdo a esto, las TSD de cada enfoque son distintas, pues también los son sus numerarios:

- La tasa social de descuento apropiada del enfoque de Harberger es un promedio (ponderado) de la tasa de preferencia intertemporal del consumo (r) y la productividad marginal del capital (p), porque su numerario es el ingreso nacional, que obviamente se compone de consumo e inversión.
- La tasa de descuento apropiada en el enfoque de ONUDI es una tasa que refleja el valor del consumo en el tiempo, es decir, la tasa de preferencia intertemporal del consumo (r), porque su numerario es el consumo global.
- La tasa de descuento apropiada en el enfoque de LMST es la que refleja el valor de la inversión pública, es decir la productividad marginal del capital en el sector público, porque su numerario es la inversión pública (ingreso público de libre disponibilidad).

Dado que lo primero es definir el enfoque metodológico, la pregunta relevante entonces es si conviene modificar el actual enfoque de evaluación social utilizado en Chile (enfoque de eficiencia).

Además de los costos que implicaría tener que recalcular todos los precios sociales y las metodologías de evaluación social que utiliza MIDEPLAN, los enfoques alternativos presentan algunos problemas para ser aplicados a la realidad chilena.

Al respecto, cabe señalar que -en relación con la metodología de ONUDI- ésta no provee un marco teórico que sirva de referencia para obtener las ponderaciones sociales de los diferentes agentes. Esto constituye la principal debilidad de esta metodología por cuanto dichos valores, en la práctica, se escogen de manera subjetiva y pueden estar basados en criterios estrictamente políticos. No obstante, sería posible estimar aproximaciones razonables a los ponderadores con criterios técnicos.

En relación con la metodología de LMST, cabe señalar que dentro de los fundamentos analíticos de esta metodología se enfatiza:

- en primer lugar, una divergencia de importancia entre los precios domésticos y externos de los bienes transables, la cual surge de distorsiones en el comercio internacional (tarifas a la importación, impuestos a la exportación, cuotas, prohibiciones, etc.). Estas consideraciones se estiman de menor relevancia para la situación de comercio exterior que presenta Chile, en la cual las distorsiones tarifarias serían menores y en general, no habría distorsiones para-arancelarias a la importación de bienes y servicios.
- En segundo lugar, esta metodología se concibe en un marco de restricción importante de reservas internacionales para el país. Así, ella enfatiza el costo en divisas que sufre un país cuando, como consecuencia de un proyecto, se incrementa el consumo de bienes. Esta

situación tampoco refleja la situación actual que enfrenta Chile, caracterizada por una afluencia de capital e inexistencia de restricciones al endeudamiento externo.

Debido a lo anterior, se considera que el enfoque metodológico de Harberger debiera seguir siendo el enfoque base para el cálculo de los precios sociales en Chile. Dado esto, en la siguiente sección se desarrolla en mayor profundidad la forma de cálculo de la TSD bajo este enfoque.

Para una comparación simple de posibles resultados de TSDs según enfoque. Se puede hacer el siguiente análisis:

- ✿ Para ONUDI: $TSD = tp$
- ✿ Para LMST: $TSD = q - h$

Donde tp puede ser estimada como la tasa de captación, q es la rentabilidad de la inversión privada y h es un factor que depende de los efectos distributivos del proyecto. La TSD con el enfoque de eficiencia (como se verá en la sección II), es un promedio ponderado de tp y de q . Luego tenemos que la TSD según Harberger será siempre mayor que la TSD según ONUDI, y puede ser menor, mayor, o incluso igual que la TSD según LMST, dependiendo del peso del factor distributivo “ h ” (si este fuera cero, probablemente la TSD según Harberger sería menor que la TSD según LMST).

En síntesis, se debería esperar que en general la TSD según Harberger, esté comprendida entre la TSD de ONUDI y la TSD de LMST. Todo lo anterior para modelos que no consideran la existencia de riesgo en las inversiones (ver punto 2.3 más adelante).

1.2 Cálculo de la TSD en el Enfoque de Eficiencia

El enfoque de eficiencia (mayores detalles se incluyen en el Anexo 4) determina el cálculo de la TSD a partir de la valoración alternativa que la sociedad le da a la utilización de los fondos de inversión. En una economía abierta, se distinguen tres fuentes posibles:

- a) El ahorro privado
- b) La inversión privada
- c) El ahorro externo

Por este motivo, la valoración de la TSD debe ser una ponderación de la valoración social de las tasas asociadas a cada uno de estos tres tipos de fuentes:

$$TSD = tp \times \beta + q \times \phi + \alpha \times CMg x$$

en donde tp , q , y $CMg x$ son los costos que la sociedad percibe, asociadas al ahorro privado, al rendimiento de la inversión y al endeudamiento externo, respectivamente. Los valores β , ϕ , y α son los ponderadores de estos valores, los cuales reflejan el impacto relativo que produce el uso de cada una de las fuentes de financiamiento.

Por lo tanto, el cálculo de la TSD según el enfoque de Eficiencia, exige determinar los siguientes valores:

- Tasa de captación del ahorro interno (tp), que se usa como proxy de la tasa de preferencia intertemporal del consumo (r).
- Tasa de rendimiento de la inversión (q), que se usa como proxy de la productividad marginal de la inversión (p).
- Costo marginal de endeudamiento externo (Cmg_x)

Los ponderadores, de acuerdo a la metodología de Harberger, se pueden expresar en función de las elasticidades según las siguientes relaciones:

$$\beta = \frac{ES \times Sp}{(Es \times Sp + Esx \times Sx - Ni \times Ip)}$$

$$\phi = \frac{-Ni \times Ip}{(Es \times Sp + Esx \times Sx - Ni \times Ip)}$$

$$\alpha = \frac{Esx \times Sx}{(Es \times Sp + Esx \times Sx - Ni \times Ip)}$$

donde:

- Es = Elasticidad Ahorro Interno - Tasa de Interés Ahorro Interno
- Sp = Ahorro Interno, como proporción del PIB
- Ni = Elasticidad Inversión - Tasa de Rendimiento de la Inversión
- Ip = Inversión Privada, como proporción del PIB
- Esx = Elasticidad Ahorro Externo - Tasa de Interés Ahorro Externo
- Sx = Ahorro externo como proporción del PIB

Definiendo entonces el valor de la tasa de interés, la cantidad y la elasticidad para el mercado del ahorro privado, de la inversión privada y del ahorro externo, queda determinada la TSD.

a) Tasa de interés efectiva en una economía abierta

La tasa de interés de paridad (ip) es la equivalente en moneda nacional a la tasa de interés internacional (i^*).

Las condiciones de equilibrio en una economía abierta requieren que el rendimiento de un depósito en moneda extranjera, dentro o fuera del país, sea equivalente al rendimiento de un depósito en moneda nacional, pues de existir una diferencia entre un rendimiento y otro, se producirían arbitrajes y/o entradas (o salidas) de capital que permanecerían hasta que se eliminen las oportunidades de arbitraje, alterando el valor de los tipos de cambio.

Por lo tanto, en equilibrio, la tasa de interés doméstica (i) debe ser igual a la tasa de paridad (ip) :

$$i = ip$$

Si los depósitos en moneda extranjera y nacional son de igual riesgo, es decir, que para fines de ahorro pueden considerarse sustitutos, la tasa de interés de paridad es idéntica a la tasa de interés internacional (i^*) más la variación esperada en el tipo de cambio (e^e). Esto es :

$$i_p = i^* + e^e$$

Esta situación se cumple si las alternativas de inversión se consideran igualmente riesgosas. Sin embargo, si los depósitos en Ch\$ son considerados más riesgosos por los inversionistas que los depósitos en US\$, exigirán a los depósitos en Ch\$ una prima por riesgo adicional (s).

Esta prima por riesgo se asocia al spread (s) sobre la tasa de interés interbancaria en Londres (libor). Si se incorpora este spread en el análisis, entonces la tasa de interés de paridad será igual a :

$$i_p = i^* + s + e^e$$

Por otra parte, si el uso de los fondos externos está sujeto a encaje (E) u otro tipo de impuestos (T), la fórmula de la tasa de interés de paridad queda como sigue:

$$i_p = i^*/(1-E) + T + s + e^e$$

b) Tasa de rendimiento de la inversión

En la literatura asociada al cálculo de la TSD se plantean dos métodos para estimar la tasa de rendimiento de la inversión, el primero corresponde a una estimación a partir de una muestra de empresas y el segundo método, a una estimación a partir de información de cuentas nacionales. En esta sección se abordan ambas metodologías de estimación y se plantean las ventajas y desventajas de cada una.

i) Metodología en base a una muestra de empresas

El rendimiento de la inversión en un período t en base a la información de una muestra de empresas ($q1$) se estima como:

$$q1_t = \frac{\sum_i^n R Op_{it}}{\sum_i^n A. Op_{it}}$$

donde,

$R.Op_{it}$ es el resultado operacional de la empresa i en el período t

$A.Op_{it}$ es el total de activos de la empresa i en el período t

n es el número de empresas en la muestra

El retorno de la inversión entonces resulta de sumar el total de los resultados operacionales de la muestra de empresas y dividir por la suma de sus activos.

Para que la aplicación de esta metodología cumpla el objetivo de obtener la tasa de retorno de la inversión de toda la economía, es necesario seleccionar una muestra de empresas que sea representativa del mercado, así como también lo deben ser los ponderadores utilizados para su cálculo. Esto se puede lograr incluyendo una muestra amplia de empresas y ponderándolas por sus activos y/o los sectores (agrupación de empresas) por su participación en el PGB.

Por otra parte, se debe tener presente que la información disponible corresponde a información contable de las empresas que entregan las fichas FECU (Ficha Estadística Codificada Uniforme) a la Superintendencia de Valores y Seguros. Esta información, por ser de carácter contable, no refleja la verdadera rentabilidad de mercado de las empresas.

En mayor detalle, la rentabilidad contable estimada de acuerdo a la fórmula anterior, no considera el concepto de flujo de caja (utilidad más depreciación). La teoría indica que la rentabilidad media de una inversión puede ser calculada como la tasa que hace igual a cero la suma de la Inversión más los flujos de caja futuros actualizados con dicha tasa, es decir, la rentabilidad media es la TIR. En el caso de perpetuidades (inversiones con horizonte infinito) se demuestra que:

$$\text{TIR} = \text{Flujo de Caja} / \text{Inversión}$$

Esta ecuación claramente difiere de la presentada anteriormente, la que si consideramos una sola empresa queda:

$$q1_t = \frac{R \text{ Op}_t}{A. \text{Op}_t}$$

La diferencia está dada en el numerador, ya que la depreciación del ejercicio debe ser sumada al resultado operacional para obtener el flujo de caja. Si suponemos que los activos obtenidos del balance, representan la inversión expresada en valores de mercado, resulta claro que la rentabilidad contable (q1) subestima la rentabilidad media.

ii) Metodología en base a cuentas nacionales

Esta metodología estima la tasa de rendimiento de la inversión a partir de información agregada de cuentas nacionales. El principal problema de este método es que tiene un problema de inconsistencia con el modelo de promedio ponderado de tres tasas, ya que el stock de capital que se utiliza para el cálculo incluye tanto el capital privado como el público, en tanto que en el numerador (los ingresos del capital) incluye sólo los correspondientes a los bienes públicos que se transan en el mercado y excluye, por lo tanto, los ingresos de otros servicios públicos no transados en el mercado.

Luego la tasa q así estimada, incluye un costo de oportunidad en el retorno de las inversiones públicas que no es coherente con el modelo, ya que el retorno de la inversión pública está subvalorado.

c) Costo Marginal del Endeudamiento Externo

El Costo Medio del endeudamiento externo es la tasa de interés real y efectiva del endeudamiento externo. Es decir, representa la proporción en que se incrementan las deudas del país, en término de recursos reales del propio país, de un período a otro.

El Cmex depende de la tasa de interés internacional ($i^* = \text{Libor}$), de la prima por riesgo (s) que deben pagar los créditos que el país recibe (riesgo país), de la variación del tipo de cambio nominal (e) y de la inflación interna (π). De manera específica, el Cmex es igual a :

$$Cmex = \frac{(1+i^*+s) \times (1+e)}{1+\pi} - 1$$

Para estimar el costo marginal de endeudarse en el exterior, se parte inicialmente del supuesto que, para nuestro país, la elasticidad del ahorro externo es infinita, o bien cero (0) en períodos de crisis de deuda.

La base de este supuesto es una primera interpretación que se tiene de la realidad mediante la cual, para un período determinado (un año por ejemplo), uno puede endeudarse todo lo que quiera a la misma tasa. Esto lleva, en la práctica, a que el costo medio del endeudamiento externo para el país es igual al costo marginal para el período considerado.

En estas condiciones, lo único que es relevante obtener son los parámetros necesarios para calcular el costo medio del endeudamiento externo según la fórmula descrita anteriormente.

1.3 Riesgo en la Evaluación Social de Proyectos y la TSD

Tal como se deriva de la literatura financiera, el riesgo es una variable relevante en la evaluación de proyectos de inversión privada, ya que en el caso de agentes con aversión al riesgo, éste representa un costo que debe ser incorporado en la evaluación. Las formas para hacerlo son básicamente dos: incorporar el riesgo en la tasa de descuento del proyecto o bien, en la estimación de sus flujos de caja.

Este capítulo trata de responder dos preguntas fundamentales sobre el riesgo en la evaluación social de proyectos públicos: ¿se debe incorporar el riesgo en la evaluación de proyectos públicos? Y si es así, ¿cómo debe incorporarse esta variable en la TSD?.

a) Incorporación del Riesgo en la Evaluación Social de Proyectos

Sobre la incorporación del tratamiento del riesgo en evaluación social de proyectos, la literatura muestra varias posiciones. Algunos autores son partidarios de incluir ajustes por riesgos, sea en la tasa de descuento o en la estimación de los flujos de caja, mientras otros justifican no hacer consideraciones sobre riesgo.

Al respecto Arrow y Lind (1970) plantean que dado que los gobiernos son organizaciones con importantes inversiones en proyectos de capital, el riesgo implícito de un proyecto individual es tan pequeño, que no es necesario preocuparse de él. Ellos se basan en dos aspectos de estas inversiones:

i. Diversificación del Riesgo (Risk – Pooling): Existen muchos proyectos, de distintos sectores y con distinto riesgo; por lo que en este portafolio de inversiones los proyectos con riesgo de pérdidas estarán balanceados con aquellos con riesgo de obtener beneficios netos mayores que lo esperado. Los requisitos para que este argumento se cumpla son los siguientes:

- Que la cartera de proyectos de capital del gobierno no sea dominada por uno o más “megaproyectos”, tal que el riesgo en estos proyectos domine la estructura de riesgo general de la cartera.
- Que no haya interdependencia entre los proyectos o, si la hay, debería ser tal que la interdependencia reduce el riesgo total de la cartera.

Los cuestionamiento a este argumento son: i) que los gobiernos invierten en proyectos con alto riesgo y ii) que los gobiernos realizan grandes proyectos (embalses, puertos, etc.), por lo que el riesgo de estos proyectos puede dominar.

ii. Distribución del Riesgo (Risk Spreading): Dado que el número de personas en un país es tan grande (o el número de contribuyentes), que el riesgo de un proyecto se distribuye a través de todos ellos, de manera tal que el riesgo para cada individuo es menor. Es posible demostrar que en la medida que el número de individuos tiende a infinito, el riesgo del proyecto tiende a cero y por lo tanto, no hay necesidad de incorporar el riesgo del proyecto.

Sobre este aspecto de las inversiones públicas surgen los siguientes cuestionamientos:

- El teorema de Arrow-Lind se refiere a repartir el costo financiero del proyecto, pero un proyecto no sólo tiene costos financieros. Por ejemplo, el desmoronamiento de una represa generará un daño directo a la población vecina, el cual no puede ser repartido entre todos los habitantes del país o en el caso de un camino con serios riesgos de accidentes, se impone el riesgo sólo sobre quienes lo usan.
- El teorema de Arrow-Lind plantea que si la población tiende a infinito el riesgo del proyecto no debiera considerarse, pero la población de un país es finita, por lo tanto, su mismo planteamiento nos indica que el riesgo debe ser considerado.
- El teorema de Arrow-Lind requiere que exista un mecanismo para distribuir los riesgos. Lo que ellos plantean es un mecanismo a través del cual los impuestos disminuyan si el flujo neto de la cartera de proyectos es positivo o de lo contrario, que aumenten si dicho flujo es negativo; sin embargo, este mecanismo es de difícil diseño y aplicación. Además, en muchos casos es difícil distribuir los beneficios o costos de un proyecto (¿cómo repartir en toda la sociedad el beneficio asociado a un proyecto de pavimentación de una calle?).
- Por otra parte, Fisher (1974) plantea que el teorema de Arrow-Lind puede ser válido sólo en el caso de bienes privados, ya que en el caso de bienes públicos el número de personas no afecta el riesgo del proyecto.

Por otra parte, Mayshar plantea que seguir el argumento de Arrow y Lind puede llevar a resultados contradictorios con la lógica. Para demostrar esto, él plantea un mundo donde no existen distorsiones, por lo que la única diferencia entre la evaluación privada y social se produciría en la tasa de descuento, ya que la tasa de descuento privada incorpora el riesgo de los proyectos, mientras que la tasa social de descuento no lo incorpora. En este caso se podrían dar los siguientes escenarios:

- i. Proyecto de alto riesgo: En este caso la tasa de descuento privada (TPD) es mayor que la TSD, por lo que el VAN privado (VAN_p) sería menor que su VAN social (VAN_s). Si producto de esta diferencia de tasas el VAN_p < 0 y VAN_s > 0, la acción del estado debiera ser subsidiar el proyecto, de manera de incentivar su ejecución².
- ii. Proyecto bajo riesgo: En este caso la TPD es menor que la TSD, por lo tanto, el VAN_p es mayor que el VAN_s. Si producto de esta diferencia el VAN_p > 0 y VAN_s < 0, la acción del estado debiera ser aplicar un impuesto al proyecto, de manera de desincentivar su ejecución.

Subsidiar proyectos de alto riesgo y aplicar impuesto a proyectos de bajo riesgo es contradictorio con lo que uno esperaría, por lo tanto, Mayshar concluye que parece razonable incorporar también el riesgo en la evaluación social de los proyectos públicos.

En resumen, los argumentos a favor de incorporar el riesgo en la evaluación social de proyectos son bastante fuertes, por lo que en la siguiente sección se analiza cómo se debe incorporar el riesgo de los proyectos en el cálculo de la TSD.

b) Incorporación del Riesgo en la TSD

i) Conceptos básicos de riesgo

- *Riesgo diversificable y no diversificable*

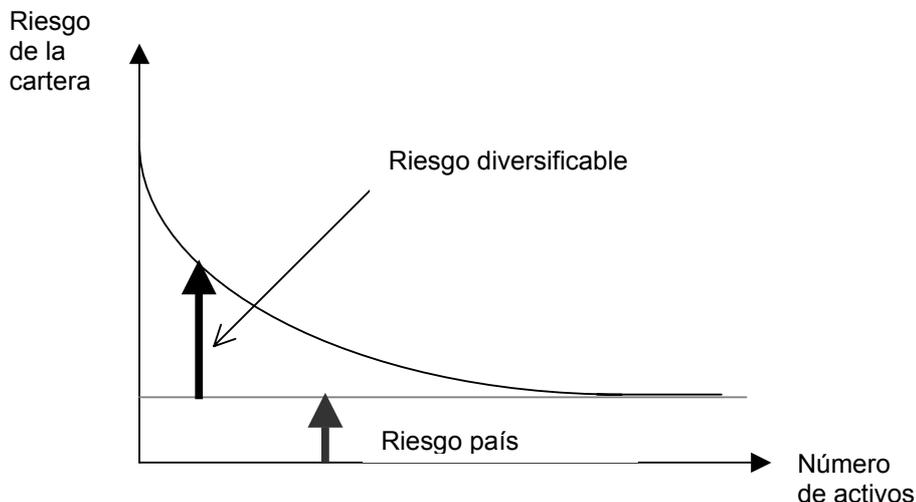
Al inversionista (sea este individual o el conjunto de la sociedad como en el caso de la evaluación social de proyectos) le importa tanto el valor esperado del fruto de sus inversiones como el riesgo de las mismas, es decir, el valor del portafolio de inversiones que mantiene. La implicación es que al evaluar cada proyecto, debe considerarse el efecto de la nueva inversión sobre el retorno esperado y el riesgo del portafolio.

Como se puede apreciar en la

Figura 2, en la medida que aumenta el número de proyectos o activos de un portafolio, su nivel de riesgo disminuye. Este efecto se denomina “*efecto diversificación*” y se produce porque la variabilidad del portafolio es menor a la suma ponderada de las variabilidades de sus activos componentes, en la medida que los activos no estén perfectamente correlacionados. En otras palabras, la contribución del nuevo proyecto al riesgo del portafolio es menor que la varianza del proyecto.

² Nótese que este escenario, en que se subsidian proyectos de alto riesgo, podría producirse en la práctica bajo el esquema de concesiones.

Figura 2: Riesgo diversificable y riesgo país



El precio del riesgo queda determinado por la tolerancia o aversión al riesgo de cada inversionista. Cuando existe un mercado de capitales eficiente, el precio del riesgo válido para todos los inversionistas, aunque tengan distinto grado de aversión al riesgo, queda determinado por el mercado. Corresponde al exceso de retorno que recibe el portafolio de riquezas de la economía en relación al retorno del activo libre de riesgo.

- *Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM)*

El modelo de valoración de activos de capital, más conocido como CAPM (capital asset pricing model), se deriva del modelo de portafolio de Markowitz. Este modelo plantea el retorno esperado de un activo riesgoso puede expresarse como la suma del retorno de un activo libre de riesgo y del premio por asumir ese riesgo. Analíticamente el CAPM se puede expresar como:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i \times (E(R_m) - R_f)$$

donde:

- E (R_i) : retorno esperado sobre el activo riesgoso i;
- R_f : tasa libre de riesgo;
- β_i : coeficiente de riesgo sistemático del activo i; y
- E (R_m): retorno esperado sobre el portafolio de mercado m.

El coeficiente de riesgo sistemático o factor beta se define por:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)}$$

donde:

Cov (R_i R_m): covarianza entre el activo riesgoso i y el portafolio de mercado m; y
Var(R_m): Var ianza del portafolio de mercado m.

El valor de beta puede ser positivo o negativo, dependiendo de cómo covarién el activo riesgoso y el portafolio de mercado. Usualmente es mayor que cero, y se sitúa en el entorno de la unidad. El beta asociado al portafolio de mercado es igual a uno. Si el beta del activo i es mayor que uno, entonces se dice que el activo es más volátil que el mercado.

- *El modelo de valoración “basado en el consumo”*

El modelo CAPM plantea que el exceso de rentabilidad o retorno esperado de un activo riesgoso con respecto a la tasa libre de riesgo es proporcional a una medida de covariabilidad de esos retornos con los retornos de una cartera de mercado. Pero el portafolio de mercado en el caso chileno no queda bien representado por los activos transados en la Bolsa de Comercio de Santiago. Tanto el Índice de Precios Selectivos de Precios de Acciones (IPSA) como el Índice General de Precios de Acciones (IGPA) tienen limitaciones, porque sectores que tienen una incidencia importante en la economía nacional, como el sector minero o frutícola, se ven subrepresentados o simplemente ausentes de estos índices.

En cambio, las medidas de consumo agregado cubren una mayor fracción de la riqueza nacional. Esta es la ventaja del modelo CAPM Consumo, el que aparece como una alternativa interesante de explorar en el intento de validar el modelo de valoración de activos de capital en relación a nuestra realidad. La formulación del modelo CAPM Consumo es idéntica al CAPM, excepto en que el valor Beta está referido a la variación del consumo nacional en vez de variación de los retornos del portafolio de mercado.

Como ya se ha dicho, el estudio anterior de la tsd³ utilizó un modelo consistente con la versión basada en consumos del CAPM.

ii) La TSD y el riesgo del proyecto

Un primer punto que es relevante aclarar es que -en la práctica- la forma tradicional de estimación de la TSD incluye un nivel de riesgo promedio. Esto por cuanto el cálculo del retorno a la inversión privada (q) incorpora también un pago por el riesgo promedio de la economía.

Por lo tanto, para obtener la TSD sin riesgo se considerará el siguiente promedio ponderado:

$$TSD_{sr} = tp_{sr} \times \beta + q_{sr} \times \phi + \alpha \times CMg x$$

Para el cálculo de la rentabilidad marginal de la inversión, no es necesario aplicar la metodología tradicional (vía cuentas nacionales o vía informes FECUS), dado que si esta tasa

³ Avilés, Contreras (1999), *Costo Social del Capital en Chile*, Documentos de Trabajo N° 11, Serie Gestión, Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile

no incluye riesgo, deberá cumplirse que dicha rentabilidad en el margen es igual a la tasa de colocación⁴.

Una vez calculada la TSD sin riesgo, se debe “apalancar” por el premio al riesgo relevante. Para determinar este último premio al riesgo se proponen dos metodologías:

- i) suponer $\beta = 1$ y concentrarse en una buena medición de $(R_m - R_f)$
- ii) calcular el premio al riesgo para el proyecto

De esta forma se tendrán dos tasas sociales, una sin riesgo y otra con riesgo.

En estudio anterior⁵ se optó finalmente por la alternativa ii) con un modelo derivado para ese estudio, en el cual se reemplaza el premio al riesgo de mercado $(R_m - R_f)$, por un premio al riesgo del modelo CAPM basado en el consumo y donde se considera que la mayor parte de los proyectos ejecutados por el sector público son procíclicos (beta igual a 1).

En ese modelo se definen tres tipologías de proyectos de acuerdo a su correlación positiva (procíclicos), neutra (con beta igual a cero) o negativas (contracíclicos, con beta igual a -1) con respecto a la economía. A aquellos proyectos “neutros” ($\beta=0$), se les deberá aplicar la TSD sin riesgo, a los procíclicos y contracíclicos se les determinarían sus respectivas TSD multiplicando los betas (1 y -1) por el premio al riesgo del modelo CAPM de consumos mencionado en el párrafo anterior.

Cabe señalar que cuando se habla de TSD sin riesgo, estamos hablando de una TSD sin riesgo en la tasa de captación (t_p), ni en la rentabilidad de las inversiones (q), pero que sí tiene riesgo en la componente del endeudamiento externo (CMg) ya que dicho riesgo es relevante desde el punto de vista social.

Nótese que cuando se determina un único beta y un único premio al riesgo para todos los proyectos, se está determinando un riesgo promedio de los proyectos procíclicos y contracíclicos, de forma que teóricamente dicha TSD con riesgo podría ser parecida a la TSD sin riesgo si los efectos se compensan.

La determinación de tres tasas sociales (proyectos con correlación negativa, nula, o positiva con respecto a la economía) en lugar de dos (correlación nula y correlación no nula) depende fuertemente de la disponibilidad de información para estimar las correlaciones respectivas.

Por otra parte, cabe señalar que la estimación de los ponderadores para la determinación de la TSD sin riesgo, podrían llegar a ser irrelevantes en la medida que al determinar una t_p y una q sin riesgo, y un CMgx con riesgo, estas tres mediciones resulten muy similares entre sí de forma que las ponderaciones extremas (1,0,0), (0,1,0) y (0,0,1) determinen un rango estrecho para la TSD sin riesgo.

⁴ Desde un punto de vista social. Desde el punto de vista privado sería esa tasa incrementada por las distorsiones.

⁵ Avilés, Contreras (1999), *Costo Social del Capital en Chile*, Documentos de Trabajo N° 11, Serie Gestión, Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile

2. Modelo Teórico del Mercado de Capitales Chileno

2.1 Principales modificaciones del mercado de capitales chileno

Durante los últimos años se han observado numerosos avances en el Mercado de Capitales. A la ley de OPAS, aprobada el año 2000, y que enfrentaba el tema de la protección de los derechos de los accionistas minoritarios en las sociedades anónimas abiertas, le siguió la primera reforma del Mercado de Capitales, la que se centró en promover el ahorro nacional y fomentar el desarrollo y la competencia del mercado financiero.

No obstante, es necesario seguir avanzando para hacer posible que proyectos emergentes desarrollados por empresarios innovadores, tengan acceso a financiamiento de un modo más económico y eficiente. El apoyo a estos proyectos constituye la esencia de la Reforma al Mercado de Capitales II (MK2). De esta manera, se busca generar las condiciones de mercado de manera que las buenas ideas puedan acceder crecientemente a un adecuado financiamiento en el mercado local. Por ser la reforma más reciente (en rigor la propuesta de reforma ya que a la fecha aún se discute en el parlamento), este punto se centrará en la descripción de la reforma MK2.

Respecto a la reforma MK2, en el marco de la Agenda Pro - crecimiento, la segunda reforma al mercado de capitales propone una serie de iniciativas legales y normativas tendientes al desarrollo de la industria de capital de riesgo. Adicionalmente, los acontecimientos referidos al caso CORFO/Inverlink, revelaron la necesidad de llevar a cabo una serie de perfeccionamientos a la ley, a objeto de evitar situaciones que pongan en peligro la estabilidad del sistema financiero.

El proyecto de ley contiene seis elementos que lo caracterizan:

- i. Incentivos para el desarrollo de la industria de Capital de Riesgo.*
- ii. Reducción de costos de transacción y contratación comercial sofisticada*
- iii. Profundización de reformas de perfeccionamiento de los gobiernos Corporativos*
- iv. Fortalecimiento de los mecanismos de ahorro previsional voluntario.*
- v. Fortalecimiento de los mecanismos de fiscalización, potestades de control, sanción y coordinación.*
- vi. Actualización de textos legales*

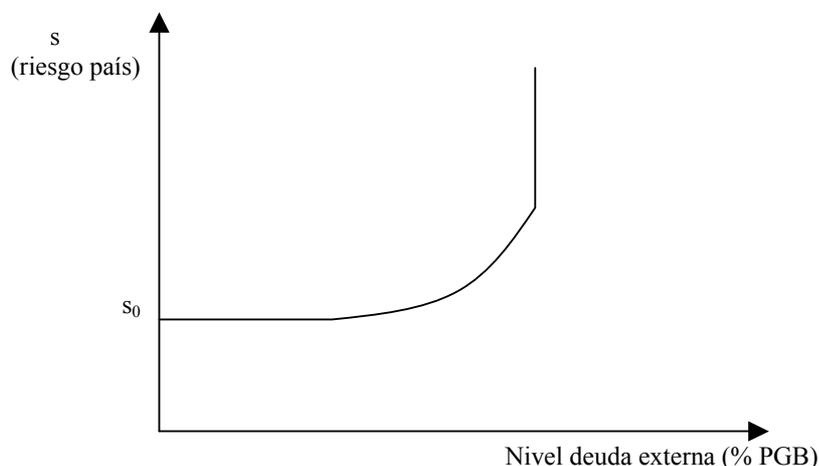
De esta forma, la reforma del mercado de capitales II, la ley de bancos, la ley de OPAS y la reforma al mercado de capitales I han generado importantes avances. El efecto de estas reformas ha sido el de eliminar distorsiones y hacer más competitivo e integrado el mercado financiero local.

Bajo este escenario, es posible esperar los siguientes efectos sobre las variables que determinan la TSD:

- La mayor apertura del mercado financiero local debiera llevar a que las tasas de interés domésticas se igualen con las internacionales.
- Las colocaciones de bonos soberanos que se han realizado en el último tiempo han mostrado que a pesar que el país aumentó su nivel de endeudamiento externo, el riesgo país de Chile no ha aumentado (incluso se constata una disminución del riesgo país). Esto es una demostración de que debido al bajo nivel de endeudamiento externo de la economía chilena, ésta se encuentra ubicada en la parte plana de la curva deuda/riesgo país (ver **Figura 3**), por lo

que se cumple que $C_{meEx} = C_{mgEx}$ (el costo medio del endeudamiento externo debiese ser muy similar al costo marginal del endeudamiento externo).

Figura 3: Curva deuda – riesgo país



Esta insensibilidad de las tasas (y del riesgo país) a los niveles de deuda, se ve reflejado en el siguiente cuadro que muestra los resultados de las emisiones de bonos soberanos de Chile:

Fechas	21.04.99	11.10.01	18.04.02	18.04.02	31.10.02	8.01.03	15.10.03	23.01.04
Monto Colocación (US\$ Mill.)	500	650	600	267	100	1000	330	600
Tasa (%)	6,875	7,125	5,625	5,125	7,125	5,5	4,8	1,52*
Deuda/PGB	46,7	55,7	62,4	62,4	62,4	57,9	57,9	-

* Tasa variable

- Las reformas introducen mayor eficiencia y competencia, por lo que –ceteris paribus- se debiera reducir el spread. En otras palabras, las tasas de colocación y captación debieran aproximarse.
- Por otra parte, la política monetaria del Banco Central ha llevado a bajas importantes en la tasa de interés doméstica.
- Baja tasas de interés doméstico: Por ciclo económico: período recesivo, menor riesgo país. Por reformas: menores distorsiones, menos costo de fondos.

Estos efectos permiten esperar una baja en la TSD que utiliza MIDEPLAN y que actualmente es del 10% anual.

2.2 Modelo econométrico del mercado de capitales chileno

Se modelan los mercados:

Doméstico: para el cálculo de la elasticidad inversión a interés de colocación.

Deuda externa: para el cálculo de la elasticidad del ahorro externo respecto a las tasas de interés internacionales.

Según el enfoque adoptado:

$$TSD = tp \mathbf{b} + q \mathbf{v} + \alpha \mathbf{CMgx}$$

- Donde \mathbf{b} , \mathbf{v} y α dependen de las elasticidades precio de la demanda de capital y de las ofertas de ahorro doméstico y externo.
- Tp es la tasa de captación, q es la rentabilidad marginal de la inversión y $CMgx$ el costo marginal del endeudamiento externo.

Para hacer las estimaciones necesarias de los parámetros \mathbf{b} , \mathbf{v} y α , se procedió a recopilar la siguiente información:

Datos para calcular elasticidades:

- ahorro nacional como % del PIB
- ahorro externo como % del PIB
- inversión como % del PIB
- deuda externa como % del PIB
- importaciones como % del PIB
- reservas internacionales como % del PIB (series 1990 a 2002)

Fuente: INE y Banco Central

- Tipo de cambio (U\$) (series 1990 a 2002)
- Inflación
- Tasas de papeles del Banco Central (incluye PRCs y BCU, series 1990 a 2002)

Fuente: Banco Central

- Tasas internacionales: Libor y Prime (series 1990 a 2002)
- Tasas de bonos del Tesoro

Fuente: Yahoo finance y otros sitios de finanzas

Datos para la estimación de q :

- Estudios previos de rentabilidad de mercado (Zurita y Fuentes): rentabilidad patrimonial a “desapalancar”.
- Fecus (para estimación directa), incluye utilidad, depreciación del ejercicio y monto de activos. Más de 200 empresas desde 1990 a 2002

Fuente: SVS

Datos para calcular τ_p = ídem metodología tradicional (tasas de captación del mercado financiero)

Fuente: Banco Central

Datos para calcular q = tasa colocación (para la nueva metodología propuesta)

Se recopilaron las tasas de colocación del sistema financiero

Fuente: Banco Central

3. Estimación de Elasticidades

3.1 *Elasticidad del ahorro doméstico con respecto a la tasa de interés*

En este punto, la variable clave a determinar es la tasa de preferencia intertemporal del consumo, y que explica la elasticidad del ahorro doméstico con respecto a la tasa de interés.

La mayoría de los estudios previos al respecto han llegado a que dicha elasticidad no es significativa, por eso en este punto más que recopilar datos se recopiló antecedentes de estudios previos, y las conclusiones están en el siguiente sentido :

1. Efecto sustitución : cuando se estima que el consumo futuro será relativamente más barato, existe un impacto positivo sobre el ahorro .
2. Efecto ingreso : Si hay menores necesidades de ahorrar para disfrutar un determinado nivel de consumo futuro, existe un impacto negativo sobre el ahorro.
3. Efecto sobre el bienestar : Si el valor presente de los ingresos futuro cae, existe un impacto positivo en el ahorro

El resultado teórico de la suma de estos 3 efectos es ambiguo y se estima que es pequeño. Empíricamente, en los que se determina que existe el efecto se ha llegado a elasticidades muy bajas. Para más detalles se puede revisar Loayza, Schmidt-Hebbel y Servén (1998), Ogaki, Ostry y Reinhart (1996), Dayal-Gulati y Thimann, (1997) y Callen y Timan (1997), todos citados en Avilés, Contreras (1999),

Por las razones expuestas anteriormente, para efectos de este estudio se trabajará con valores de elasticidad ahorro doméstico respecto de la tasa de interés de 0,005 y 0,01.

3.2 *Elasticidad del endeudamiento externo con respecto a la tasa de interés internacional*

Los mejores resultados obtenidos de las regresiones efectuadas son los que se presentan a continuación:

Modelo	A		B	
Serie	1990-2002		1990-2002	
Var. Dependiente	CREDFD		CREDFMLP	
Var. Independientes	Coeficiente	t	Coeficiente	t
CONST	602.918,8	2,687	2,253	4,49
CMEX	7.139.832	2,967	13,096	2,967
R2	0,445		0,35	
R2 Ajustado	0,394		0,291	
D-W	2,187		2,172	

CREDFD : Monto de Crédito Financiero de Mediano y Largo Plazo (MMU\$)
CREDFMLP : Monto de Crédito Financiero de Mediano y Largo Plazo / PIB (%)
CONST : Constante
CMEX : Costo Medio de Endeudamiento Externo

Dado que en este caso los modelos nos entregan una tasa de cambio y no la elasticidad directamente, se debe realizar una transformación para obtener el valor de la elasticidad del endeudamiento externo respecto de su costo, la cual arroja valores de 2.153 y 180, respectivamente. Estos valores confirman la percepción de que la economía chilena se encuentra en la actualidad en la zona extremadamente elasticidad de la curva de crédito externo-costo del crédito.

3.3 Elasticidad de la inversión con respecto a la tasa de interés doméstica

Los siguientes son los modelos que presentaron los mejores ajustes:

Modelo	1		2		3		4	
Serie	1990-2002		1991-2002		1992-2002		1993-2002	
Var. Dependiente	INVPN		INVPN		INVPN		INVPN	
Var. Independientes	Coeficiente	t	Coeficiente	t	Coeficiente	t	Coeficiente	t
CONST	3,20E+07	8,216	3,40E+07	7,165	3,20E+07	5,988	3,00E+07	5,599
LN(TC2)								
LN(PIBN)								
LNTC	-7.636.658	-6,769	-8.440.081	-5,929	-7.808.268	-4,821	-6.928.277	-4,338
R2	0,806		0,779		0,721		0,702	
R2 Ajustado	0,789		0,756		0,69		0,664	
D-W	1,54		1,46		1,486		1,661	

Modelo	5		6		7		8	
Serie	1994-2002		1994-2002		1994-2002		1995-2002	
Var. Dependiente	INVPN		LNINVPN		LNINVN		LNINVN	
Var. Independientes	Coeficiente	t	Coeficiente	t	Coeficiente	t	Coeficiente	t
CONST	2,8E+0,7	4,467	18,784	19,667	19	21,633	18,201	21,226
LN(TC2)								
LN(PIBN)								
LNTC	-6.277.747	-3,332	-0,931	-3,194	-0,943	-3,519	-0,688	-2,597
R2	0,613		0,593		0,639		0,529	
R2 Ajustado	0,558		0,535		0,587		0,451	
D-W	1,709		1,433		1,377		1,837	

INVPN : Inversión privada nominal
LN(INVPN) : Logaritmo natural de la Inversión privada nominal (en pesos corrientes)
LN(INVN) : Logaritmo natural de la Inversión nominal (en pesos corrientes)
C : Constante
LN(TC) : Logaritmo natural tasa de colocación real
LN(TC2) : Logaritmo natural tasa de colocación real año anterior
LN(PIBN) : Logaritmo natural del PIB nominal

En todos los modelos los signos del coeficiente relevante son los esperados (negativos por tratarse de una curva de demanda por capitales para inversión) e individualmente tienen un nivel de significación de 95% de confianza.

Además, los R2 son adecuados y los modelos rechazan la hipótesis nula (de independencia) al nivel del 95% de confianza.

Estos modelos entregan valores de elasticidades en el rango $-0,69$ a $-1,40$ y un valor medio de $-1,05$. Para efectos de este estudio se trabajará con valores de $-0,69$ y $-1,40$.

4. Estimación de la Tasa de Captación del Ahorro Interno (tp)

4.1 *Introducción*

Uno de los parámetros relevantes para los procesos de valorización de activos financieros es la tasa libre de riesgo. Esta tasa de interés intenta capturar la rentabilidad anual de un proyecto de inversión que no enfrenta riesgo. En particular, se trata de una alternativa de inversión que no enfrenta riesgo de crédito. Es decir, la inversión en este activo libre de riesgo es recuperada en el plazo y las condiciones inicialmente pactadas, siempre y en cualquier estado de la naturaleza posible.

Una vez determinada la tasa libre de riesgo, es posible estimar primas por riesgo para cada una de las alternativas de inversión bajo análisis, acorde con las condiciones que prevalecen en el mercado y el nivel de riesgo sistemático o no diversificable de cada alternativa de inversión. En otras palabras, la tasa libre de riesgo sirve como ancla o referencia sobre la cual se construye una prima de riesgo que permite construir la tasa de costo de oportunidad relevante al riesgo que se está asumiendo. En el caso que una alternativa de inversión se comporte de manera equivalente a la inversión sin riesgo, es decir aporte solamente riesgo diversificable, entonces la tasa alternativa a considerar como costo de oportunidad relevante es la tasa libre de riesgo.

Alternativamente, si la opción de inversión aporta riesgo no diversificable, entonces deberá agregarse a la tasa libre de riesgo una prima proporcional al monto de riesgo que aporte. En este caso entonces la tasa de costo de oportunidad relevante es la tasa libre de riesgo más dicha prima por riesgo no diversificable.

A pesar que la tasa libre de riesgo por definición no presenta riesgo, esto no significa que no cambie en el tiempo. Al contrario, lo más razonable es considerar a la tasa libre de riesgo como un proceso estocástico, donde su valor actual es conocido, pero su movimiento futuro es posible estimar a través de una distribución de probabilidad dada. Esto implica que la tasa libre de riesgo puede a su vez tener una tendencia y una volatilidad estimada, lo que en ningún caso es contradictorio con el hecho que se esté modelando una tasa libre de riesgo.

La tasa libre de riesgo se asocia típicamente a aquel emisor que presenta menos riesgo crediticio en el sistema financiero. De todos los agentes es típicamente los papeles de gobierno quienes presentan dicha característica. Sin embargo esto no es siempre ya que existen estados cuya deuda genera menos confianza en el mercado que algunas corporaciones del mismo país.

Finalmente. La tasa a usar debe considerar un plazo de la inversión. Es decir existe una estructura de tasas asociada a diferentes plazos que se estima con sus propias convenciones de composición y manejo de bases anuales.

4.2 *Bonos del Gobierno de Chile de largo plazo*

Un primer paso dónde encontrar la tasa libre de riesgo consiste en estudiar la oferta de papeles gubernamentales de largo plazo. Para el caso chileno los únicos papeles con plazos de vencimiento superiores a 5 años son obligaciones denominadas en UF. Sin embargo recientemente se han producido algunos cambios importantes en la oferta de bonos de largo plazo:

Primero, a partir de septiembre de 2002, los PRC, Pagarés Reajustables del Banco Central dejaron de emitirse en el mercado primario, y fueron reemplazados por Bonos del Banco Central en Unidades de Fomento, BCU. Este cambio intenta integrar en mejor manera el mercado financiero local al mercado internacional, ya que la convención de los nuevos bonos es Bullet, con tasas que componen intereses en forma semianual, con convención 30/360. En cambio los PRC son bonos tipo Annuities, es decir con cuotas iguales, donde si bien los pagos son semestrales, la tasa se compone en forma anual con convención ACT/365.

Segundo, comienza el Banco Central a paulatinamente extender la oferta de bonos denominados en pesos y en dólares. Es así como se licitan bonos BCD y BCP (en dólares y pesos respectivamente) a plazos de hasta 5 años. Aparece entonces un mercado local de tasas libre de riesgo en pesos y en dólares. Sin embargo, la mayor liquidez para el largo plazo sigue en los bonos denominados en UF.

Tercero, el stock de bonos PRC ha comenzado a disminuir, debido a su menor oferta, el vencimiento natural de las emisiones, y la colocación de estos papeles en carteras de inversiones o permanentes (y no de trading). Esto es visible en los precios y volúmenes transados en la Bolsa de comercio, donde es difícil encontrar precios para vencimientos largos. En la medida que las emisiones largas van cortando cupones el stock de papeles en vencimientos cercanos a los 8 años se mantienen con alta liquidez. Es por ello que, aún siguen siendo un importante referente las TIR de PRC con vencimiento actual cercano a 8 años, y que originalmente fueron emitidos con plazos superiores.

Tabla 1. Tasas PRC Gobierno Largo Plazo Mercado Secundario

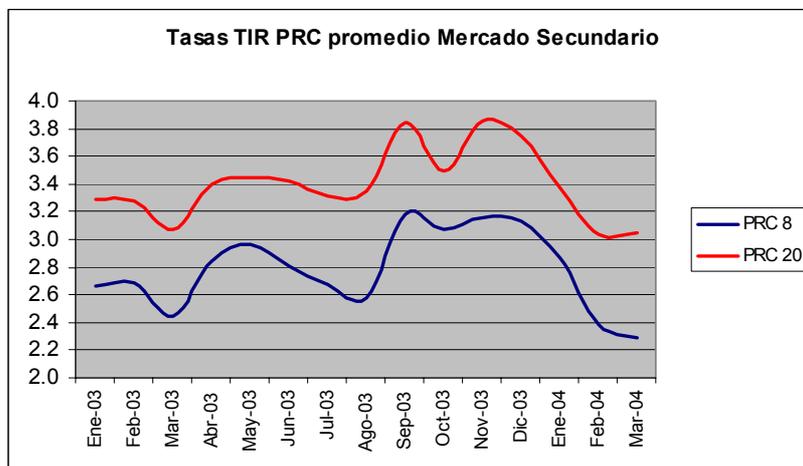
	PRC 8		PRC 20	
	Bolsa	Bloomberg	Bolsa	Bloomberg
Ene-03	2.62	2.70	3.89	3.88
Feb-03	2.73	2.64	3.91	3.87
Mar-03	2.44	2.45	3.70	3.73
Abr-03	2.79	2.89	3.91	3.89
May-03	2.96	2.97	3.91	3.85
Jun-03	2.73	2.89	3.96	3.96
Jul-03	2.63	2.71	3.91	3.91
Ago-03	2.46	2.70	4.01	4.00
Sep-03	3.11	3.26	4.42	4.46
Oct-03	3.02	3.12	3.88	3.88
Nov-03	3.00	3.32	4.38	4.35
Dic-03	3.01	3.26	4.24	4.26
Ene-04	2.87	2.86	3.88	3.93
Feb-04	2.34	2.42	3.66	3.66
Mar-04	2.13	2.45	3.64	3.72

Fuente: Bolsa de Comercio y Bloomberg

La Tabla 1 muestra las tasas TIR de cierre de cada mes (Tasa Interna de Retorno) de los PRC 8 que corresponden a los pagarés de mayor liquidez en el mercado secundario de acuerdo a Bloomberg y la Bolsa de Comercio. Adjuntamos los PRC de 20 años que aunque de menor liquidez aún siguen teniendo una presencia relevante.

Las diferencias que se observan en las cotizaciones corresponden a elementos metodológicos: Las tasas de la Bolsa de Comercio para los PRC8 promedia las transacciones realizadas en bolsa de los PRC con vencimientos entre 5 y 8 años, mientras que para PRC 20 usa vencimientos mayores a 15 años, donde el vencimiento promedio está en los 17 años. En el caso de Bloomberg usa los precios punta de acuerdo a encuestas a mesas de renta fija, series de mayor liquidez que se transan en el mercado con vencimiento original de 8 años y 20 años respectivamente.

Gráfico 1



Para el caso de las tasas del PRC a 8 años, ésta ha oscilado en los últimos 12 meses alrededor de 2,8% mientras que la tasa del PRC a 20 años llega a 4,0%, tal como se ilustra en el Gráfico 1.

4.3 Nuevos Bonos en UF del Banco Central

A partir de septiembre de 2002 comienzan a ser licitados en el mercado primario bonos que imitan en su estructura a los bonos internacionales. Es decir pagan intereses semestrales, con composición semestral, y pagan el capital solamente al vencimiento. De estos bonos los que presentan mayor liquidez en el mercado secundario son los bonos de 10 y 5 años, en la medida que los bonos de 20 años son adquiridos para calzar pasivos en los inversionistas institucionales. Las tasas en el mercado primario son mostradas en la Tabla 2. Allí vemos que se interrumpen a partir de octubre de 2003 la licitación de BCU a 20 años.

Tabla 2. Tasas BCU Gobierno Largo Plazo Mercado Primario

Base 365, Composición anual

	5 años	10 años	20 años
Ene-03	2.69	3.88	4.89
Feb-03	2.97	4.06	5.00
Mar-03	2.55	3.84	4.96
Abr-03	2.89	3.92	4.81
May-03	2.88	3.94	4.90
Jun-03	2.84	3.86	4.85
Jul-03	2.69	3.89	4.82
Ago-03	2.67	3.95	4.84
Sep-03	3.29	4.48	5.30
Oct-03	3.02	3.79	-
Nov-03	3.25	4.28	-
Dic-03	3.28	4.28	-
Ene-04	2.79	3.84	-
Feb-04	2.52	3.74	-
Mar-04	2.40	3.62	-

Fuente: Banco Central de Chile

Las tasas de papeles PRC 8 y PRC 20 no son directamente comparables con las tasas de los BCU. En primer lugar por que la estructura de amortizaciones es diferente, y en segundo lugar por las convenciones de tasas de los PRC y BCU en el mercado secundario son diferentes.

Para las cifras de marzo de 2004, es posible estimar la duración del PRC8 en alrededor de 3,6 años, y en alrededor de 6,9 años para el PRC20. En ese caso el PRC8 es comparable más con el BCU 5, mientras que el PRC20, aunque a una distancia mayor, es comparable con el BCU10.

Sin embargo la comparación requiere de cierta transformación de tasas para el caso del mercado secundario. Si R_b es la tasa en convención del BCU, y R_p es la tasa en convención del PRC entonces,

$$R_p = \left(1 + \frac{R_b}{2}\right)^{2\left(\frac{365}{360}\right)} - 1$$

Esto permite comparar las tasas en el mismo espacio de convenciones.

La Tabla 3 muestra las tasas del mercado secundario para los BCU a 5, 10 y 20 años plazo en su convención original.

Tabla 3. TIR BCU Gobierno Largo Plazo Mercado Secundario
Base 360, Composición semianual anual

	5 años	10 años	20 años
Ene-03	2.59	3.81	4.70
Feb-03	2.60	3.86	4.70
Mar-03	2.40	3.68	4.90
Abr-03	2.87	3.85	4.80
May-03	2.99	3.88	4.80
Jun-03	2.88	3.93	4.77
Jul-03	2.66	3.91	4.88
Ago-03	2.70	4.00	4.80
Sep-03	3.26	4.46	4.80
Oct-03	3.05	3.74	4.88
Nov-03	3.32	4.35	5.05
Dic-03	3.17	4.27	5.01
Ene-04	2.88	3.94	4.85
Feb-04	2.42	3.66	4.54
Mar-04	2.43	3.66	4.35

Fuente: Bloomberg

Para las tasas vigentes en marzo de 2004, la duración de los BCU5, BCU10 y BCU20 son 4,5 años, 8,1 años y 13,0 años respectivamente.

La Tabla 4 muestra las tasas PRC y de los bonos BCU después de corregirlas y expresarlas en base PRC. Se trata de tasas promedios del mercado primario y secundario.

Tabla 4. TIR BCU y PRC Promedio Gobierno Largo Plazo

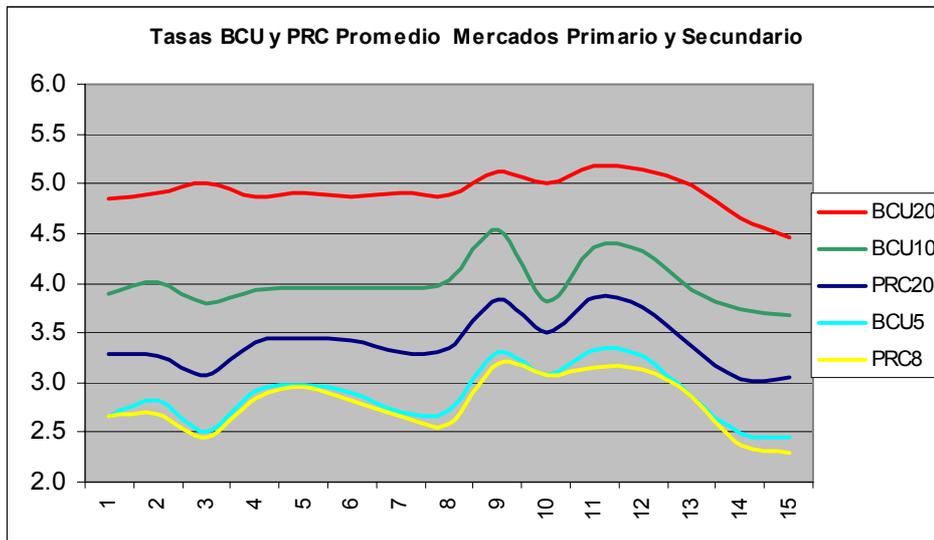
Base 365, Composición anual

	BCU			PRC	
	5	10	20	8	20
Ene-03	2.66	3.89	4.86	2.66	3.30
Feb-03	2.81	4.01	4.91	2.69	3.28
Mar-03	2.50	3.80	5.00	2.45	3.08
Abr-03	2.91	3.93	4.87	2.84	3.40
May-03	2.97	3.96	4.91	2.97	3.44
Jun-03	2.89	3.94	4.87	2.81	3.43
Jul-03	2.70	3.95	4.91	2.67	3.31
Ago-03	2.71	4.02	4.88	2.58	3.36
Sep-03	3.31	4.53	5.11	3.19	3.84
Oct-03	3.07	3.81	5.01	3.07	3.50
Nov-03	3.32	4.37	5.19	3.16	3.85
Dic-03	3.26	4.33	5.14	3.14	3.75
Ene-04	2.87	3.94	4.98	2.87	3.37
Feb-04	2.49	3.74	4.66	2.38	3.04
Mar-04	2.44	3.68	4.46	2.29	3.05

Fuente: Elaboración Propia en base a Bloomberg y Bolsa

El gráfico 2 ilustra las relaciones presentadas en el Cuadro 4. Vemos allí con claridad la similitud entre la tasa del PRC8 y del BCU 5, y la cercanía relativa entre el PRC20 y el BCU10.

Gráfico 2



Un primer resultado entonces para estimar la tasa libre de riesgo vigente en los últimos meses consiste en estimar la tasa PRC8 o bien BCU 5 que ha mostrado liquidez importante todavía.

En este caso la tasa promedio últimos doce meses de PRC 8 y BCU 5 (en convención PRC) es de 2,9%. El error estándar de esta estimación es de 0,29%, por lo que un intervalo al 95% de la tasa libre de riesgo histórica es de [2,3% 3,4%]. No usamos la tasa del PRC 20 ni la del BCU 20 por tener baja

liquidez baja en el mercado secundario y nula en el mercado primario. Por otro lado, la tasa del BCU 10 años ha estado aumentando su liquidez y es probablemente la tasa que debiéramos usar para los períodos que vienen en la medida que su liquidez se incremente como lo ha estado haciendo en este último tiempo. La tasa del BCU 10 años ha estado en los últimos 12 meses en 4,0%, y el intervalo al 95% es de [3,5% 4,5%].

Por otro lado, la tasa marginal libre de riesgo, es decir a marzo de 2004, la tasa promedio del BCU a 5 años y el PRC 8 años (en convención tasa PRC) es de 2,4%.

4.4 *Proyecciones de tasas de largo plazo*

Si queremos estimar la tasa libre de riesgo entre hoy y un año más debiéramos considerar las proyecciones que el mercado está realizando para estos instrumentos en el futuro. Además, dado que la liquidez de los PRC8 disminuye, y la liquidez de los BCU10 se incrementa también debiéramos analizar el comportamiento de estos últimos.

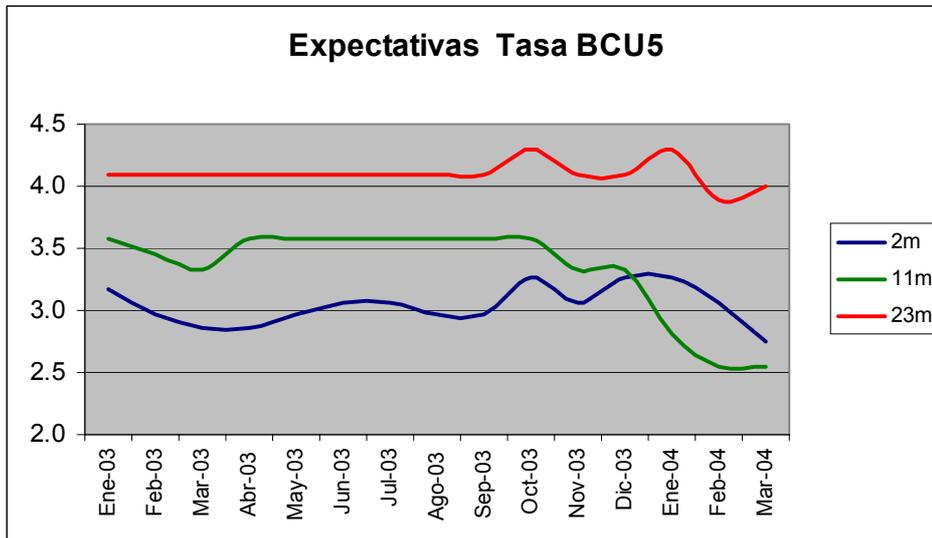
Una primera forma de proyectar dichas tasas es examinar la encuesta de tasas que realiza el Banco Central mensualmente. Esta se presenta en la Tabla 5 y en el Gráfico 3.

Tabla 5. Expectativas Tasas BCU 5 años
Medianas Base 365, Composición anual

	2 meses	11 meses	23 meses
Ene-03	3.17	3.58	4.10
Feb-03	2.96	3.46	4.10
Mar-03	2.86	3.32	4.10
Abr-03	2.86	3.58	4.10
May-03	2.96	3.58	4.10
Jun-03	3.07	3.58	4.10
Jul-03	3.07	3.58	4.10
Ago-03	2.96	3.58	4.10
Sep-03	2.96	3.58	4.10
Oct-03	3.27	3.58	4.30
Nov-03	3.07	3.32	4.10
Dic-03	3.27	3.32	4.10
Ene-04	3.27	2.81	4.30
Feb-04	3.07	2.55	3.89
Mar-04	2.76	2.55	3.99

Fuente: Banco Central

Gráfico 3



Vemos que las expectativas de corto plazo (a 2 meses) son bastante más inestables y como es de esperar tienden a seguir bastante de cerca a las tasas spot. Por otro lado las expectativas de tasas del bono BCU5 a 1 año plazo ha acusado una fuerte caída de casi 100 puntos base en los últimos cuatro meses. El mercado ha estado internalizando una baja de tasas de interés que se espera se mantenga por un período de 1 año. Por otro lado, las expectativas a dos años se mantienen bastante estables para el BCU5 que se espera alcance un nivel muy cercano al 4%.

Dada la mayor importancia de los bonos BCU de 10 años, podemos usar los resultados de la encuesta del Banco Central para estimar sus tasas. Si usamos los spreads entre los bonos BCU de 10 años y los BCU de 5 años, vemos que en promedio en el último año éste llega a 1,15 con una desviación estándar de 0,18. Podemos entonces estimar rangos de precios e intervalos al 95% del BCU10. Dichas estimaciones las presentamos en la Tabla 6.

Tabla 6. Expectativas Tasas BCU 10 años Estimación y Rango

Medianas Base 365, Composición anual

	A 11 meses más			A 23 meses más		
	medio	bajo	alto	medio	bajo	alto
Ene-03	4.7	4.4	5.1	5.3	4.9	5.6
Feb-03	4.6	4.3	5.0	5.3	4.9	5.6
Mar-03	4.5	4.1	4.8	5.3	4.9	5.6
Abr-03	4.7	4.4	5.1	5.3	4.9	5.6
May-03	4.7	4.4	5.1	5.3	4.9	5.6
Jun-03	4.7	4.4	5.1	5.3	4.9	5.6
Jul-03	4.7	4.4	5.1	5.3	4.9	5.6
Ago-03	4.7	4.4	5.1	5.3	4.9	5.6
Sep-03	4.7	4.4	5.1	5.3	4.9	5.6
Oct-03	4.7	4.4	5.1	5.5	5.1	5.8
Nov-03	4.5	4.1	4.8	5.3	4.9	5.6
Dic-03	4.5	4.1	4.8	5.3	4.9	5.6
Ene-04	4.0	3.6	4.3	5.5	5.1	5.8
Feb-04	3.7	3.4	4.0	5.0	4.7	5.4
Mar-04	3.7	3.4	4.0	5.1	4.8	5.5

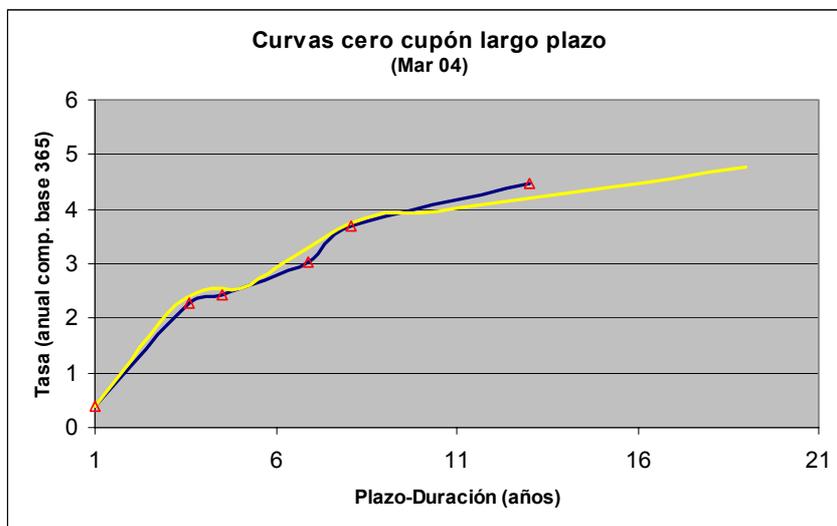
Fuente: Estimación Propia

Estos cálculos sugieren que la tasa libre de riesgo basada en el BCU5 para los próximos 11 meses es de 2,6%, pero que para el largo plazo debiera subir a niveles de 4,0%. Al basar la tasa libre de riesgo en el BCU10 años, la tasa de los próximos meses debiera estar entre 3,4% y 4,0% centrada en 3,7%. La tasa de largo plazo del BCU 10 años se estima que oscilara entre 4,8% y 5,5% alrededor del 5,1%.

Si estas estimaciones reflejan un sentimiento de mercado, entonces debieran estar presente en la estructura de tasas vigente para marzo de 2004. Para estimar la estructura seguimos dos procedimientos: por un lado un bootstrapping tradicional basado en las tasas TIR de los PRC 8 y 20, y los BCU 5, BCU 10 y BCU 20. Por otro lado interpolando linealmente tasas en el espacio TIR duración. Con esto obtenemos dos curvas cero cupón y podemos estimar la estructura de tasas forwards en UF. Se usó además la tasa de gobierno a 1 año (tasa nominal menos expectativas de inflación), que a fines de marzo llegaba a 0,4% anual.

Ambas curvas se reflejan en el Gráfico 4. La curva más corta tiene puntos explícitos que corresponden a las tasas de mercado asociadas a las duraciones de los bonos PRC y BCU usados para su construcción.

Gráfico 4



La misma información la podemos visualizar en estructura de tasas de interés, utilizando las tasas TIR como cero cupón en los plazos de las duraciones de los bonos BCU5, BCU10 y BCU20, y PRC8 y PRC20. El Gráfico muestra esta estructura de tasas para las tasas vigentes en marzo de 2004.

El método bootstrapping para generar la curva cero cupón muestra un alejamiento de las tasas de mercado en particular para el BCU a 20 años. Por esta razón preferimos usar la curva TIR duración, y a través de ésta deducir la estructura de tasas forwards vigente en marzo de 2004. De esta forma la tasas forward se presentan en la Tabla 7.

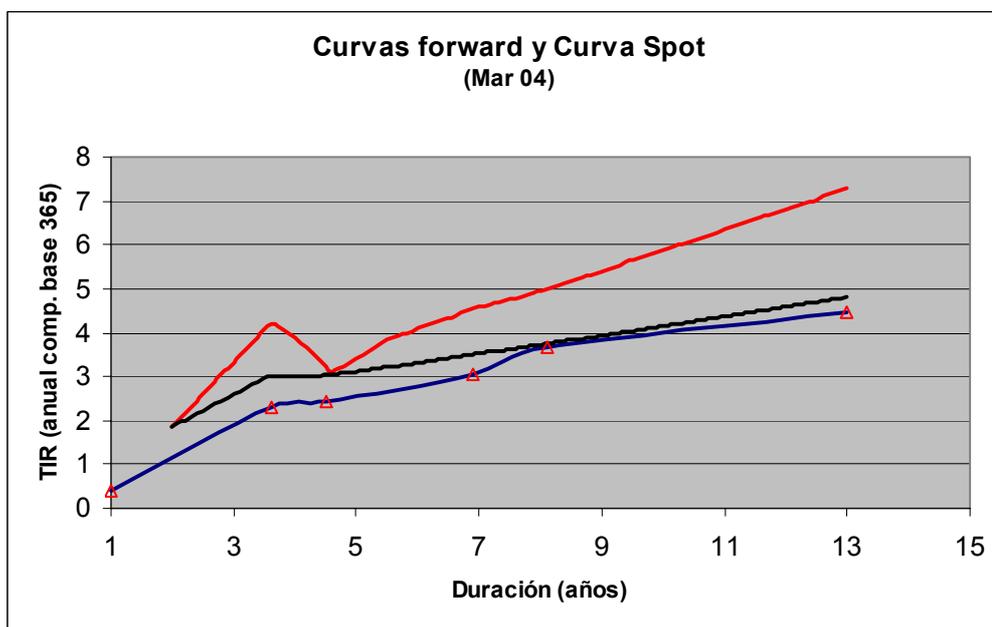
Tabla 7. Tasas Cero y Tasas Forwards Marzo 2004
Base 365, Composición anual

Plazo (años)	Tasa Cero	Tasas Forwards	
		a 1 año plazo	plazo creciente
1	0.4		
2	1.1	1.9	1.9
3	1.9	3.3	2.6
4	2.4	3.9	3.0
5	2.6	3.4	3.1
6	2.8	4.1	3.3
7	3.1	4.6	3.5
8	3.3	4.9	3.7
9	3.5	5.4	3.9
10	3.8	5.9	4.1
11	4.0	6.3	4.4
12	4.2	6.8	4.6
13	4.5	7.3	4.8

Fuente: Elaboración Propia

Las estimaciones de largo plazo de tasas forwards de 1 año y 5 años se presentan en el Gráfico 5.

Gráfico 5



Ambas curvas forwards estiman que efectivamente en el largo plazo las tasas de interés de papeles a 1 año o a 5 años serán más altas que hoy. La irregularidad que muestra la forward de 1 año se debe básicamente al cambio de pendiente brusco que muestra la curva spot. Es decir tiene más que ver con la forma que se construyen las curvas spot, y su falta de suavidad que con el mercado propiamente tal.

Aún así podemos ver que las tasas forwards a un año en un año más se estiman en 1,9% además las tasas a cinco años en un año más se estiman en 3,3%, y las tasas a 10 años en un año más es 4,4%.

Una tercera manera de validar las expectativas de los agentes encuestados consiste en referirse al análisis macroeconómico que actualmente se está elaborando entre especialistas.

Los principales elementos de esta análisis indican que⁶ el mercado no espera cambios de tendencia en la tasa de política monetaria en Estados Unidos, dada las bajas cifras de inflación, incrementos de productividad, y un mercado laboral todavía débil en su recuperación.

Por otro lado el tipo de cambio nominal, dado los términos de intercambio favorables a Chile, no muestra incentivos a depreciarse, sino más bien lo contrario. Según analistas esta tendencia podría revertirse en la medida que la recuperación del gasto incremente la demanda por importaciones.

Estos elementos, reflejan que en el corto plazo las tasas de interés de largo plazo no debieran mostrar cambios significativos, pero en el mediano plazo las tasas debieran mostrar un alza junto con el mayor nivel de actividad económica.

⁶ Business Week, mediados de abril de 2004

Sin embargo el alza de tasas está acotada por el comportamiento que muestre el tipo de cambio y las tasas de interés internacionales.

Esto lo podemos ver con el siguiente modelo de no arbitraje. Como es sabido el tipo de cambio forward F se relaciona con el tipo de cambio spot S y con el diferencial de tasas en pesos y en dólares.

Es decir (usando composición continua de intereses), la condición de no arbitraje en los mercados de divisas y tasas implica que

$$\ln\left(\frac{F}{S}\right) = R_{\text{pesos}} - R_{USD}$$

donde R_{USD} es la tasa en dólares en el mercado local. Si queremos expresarla en función de la tasa de interés internacional, por ejemplo la tasa del bono americano R_{UST} , entonces debemos agregar el riesgo país ρ .

$$R_{\text{pesos}} = \ln\left(\frac{F}{S}\right) + R_{UST} + \rho$$

Por otro lado, las tasas de interés reales se fijan con la tasa de interés nominal y la inflación esperada, luego

$$R_{UF} = \ln\left(\frac{F}{S}\right) - \pi^e + R_{UST} + \rho = Dr + R_{UST} + \rho$$

donde Dr representa la depreciación real esperada del dólar.

Es decir si las presiones del tipo de cambio por las condiciones de términos de intercambio muestran que el tipo de cambio se va a mantener bajo en términos reales en el corto plazo, entonces el primer término del lado derecho tiende a mantenerse o incluso disminuir. Por otro lado, en la medida que las tasas en dólares se mantengan en el mercado internacional y lo mismo ocurra con el riesgo país, entonces en el corto plazo las tasas en UF no debieran subir, sino que al contrario es esperable que sufra caídas en la medida que el dólar se aprecie.

Sin embargo en el mediano plazo, en la medida que se recupere la actividad a nivel nacional y afecte la tendencia del dólar, y a su vez las tasas en USA se incrementen, debiéramos esperar mayores tasas en UF. A pesar de ello, es poco probable ver tasas demasiado altas, ya que se espera cambios graduales tanto en la depreciación del peso como de las tasas en USA.

4.5 Conclusiones: ¿Qué tasa usar?

La respuesta dependerá de cuándo usaremos esta tasa, y del horizonte de la inversión. Reconociendo que la tasa libre de riesgo no es constante, mantendremos una estimación válida por un año (es decir entre marzo de 2004, y marzo de 2005) usando las tasas spot y las proyecciones de tasas disponibles.

Por otro lado dependiendo del horizonte de la inversión escogeremos los instrumentos de deuda estatal más relevantes. Para proyectos de inversión de alrededor de 5 años de horizonte, entonces las tasas relevantes son las del PRC 8 y el BCU5. Sugerimos tomar como tasa spot el promedio entre las tasas a marzo de 2004 del PRC8 y BCU5 promediadas lo que resulta en 2,4%.

Para plazos mayores, sugerimos y la tasa spot del BCU 10 años, y finalmente para horizontes de 12 años usamos una tasa interpolada de la estructura de tasas TIR.

Para el caso de las proyecciones de tasas en un año más, usamos dos fuentes. Por un lado las estimaciones del Banco Central, y por otro lado la estructura de tasas forwards en un año más a plazos de 1 hasta el máximo disponible que son doce años. Estas tasas se resumen en la Tabla 8.

Tabla 8. Tasas Libres de Riesgo Marzo 2004

Base 365, Composición anual

Plazo Inversión (años)	Tasas Spot	Tasas en 1 año más		Tasa Promedio (1)
		Estimadas	Forwards	
1	0.4	nd	1.9	1.1
5	2.4	2.6	3.3	2.6
10	3.7	3.7	4.4	3.9
12	4.2	nd	4.8	4.5

Fuente: Elaboración Propia

(1) Promedia ponderado: primero tasas en 1 año más, luego con tasas Spot.

El promedio se realiza entre tasas spot y tasas estimadas para un año más.

La sugerencia si la tasa se aplicara desde hoy sería la de considerar tasas libres de riesgo que dependan del horizonte de la inversión, a lo mejor estableciendo rangos. Por ejemplo menores a cinco años usar 1,9%, entre 5 y 10 años usar 3,3%, y más de 10 años usar 4,2%. Dado que se trabajará con una tasa única para proyectos (la mayoría con horizontes de más de 10 años), y dado que esta comenzará a regir para el proceso presupuestario 2006 (cuando ya resten sólo dos años para el rango de 1,9%), se propone trabajar con la tasa de 4,2%.

Finalmente, es importante establecer que la validez de estas estimaciones se basa en la estabilidad en el mercado de las tasas de interés, por lo que debieran revisarse al menos una vez al año, o en caso que se produzca un cambio importante de tendencia en el mercado de tasas.

5. Estimación de la Tasa de Rendimiento de la Inversión (q)

5.1 Metodología 1

De acuerdo a lo expuesto como metodología en el informe 1, se determina indirectamente a partir de la tasa tc_{sr} (de **colocación sin riesgo**) incrementado por distorsiones impositivas (TMg). Así, $q_{sr} = tc*(1+TMg)$ es la tasa de retorno desde un punto de vista privado, donde tc representa las tasas de colocación y TMg se calcula con información del Servicio de Impuestos Internos.

A continuación se demuestra que la tasa q_{sr} desde un punto de vista social, y considerando el proyecto marginal que se desplaza, resulta igual a la tasa de colocación, es decir, $q_{sr} = tc$:

En un modelo simple de dos períodos, en presencia de impuestos, un proyecto financiado 100% con capital propio rendirá:

$$TIR_p = (UAI(1-t) + D) / I - 1$$

donde,

TIR_p : Rentabilidad del proyecto puro
UAI : Utilidad antes de impuesto neta de depreciación
D : Depreciación
I : Inversión

Un proyecto financiado por un préstamo de un λ por ciento de la Inversión a tasa i , tendrá una rentabilidad de:

$$TIR_f = \{UAI (1-t) + D - i\lambda I*(1-t) - \lambda*I\} / I*(1-\lambda) - 1$$

Reordenando términos se llega a que

$$TIR_f = TIR_p + \lambda/(1-\lambda)*(TIR_p - i(1-t))$$

Esta es la ecuación del apalancamiento financiero, que indica que a los dueños del proyecto les conviene endeudarse ssi $TIR_p > i(1-t)$, caso en el que obtendrán una rentabilidad del proyecto financiado (TIR_f) mayor que la rentabilidad del proyecto puro (TIR_p).

Teóricamente, les convendría endeudarse hasta por un 100% de la Inversión, con lo que alcanzarían una rentabilidad infinita.

Los resultados anteriores pueden ser fácilmente generalizados a más períodos bajo el supuesto de que el flujo del primer año se mantiene constante hasta el infinito (perpetuidad), caso en el cual se obtiene exactamente la misma ecuación anterior.

Si se considera que una inversión en el margen desplaza al peor proyecto, éste será un proyecto en que se cumpla exactamente que $TIR_p = i(1-t)$, es decir, la rentabilidad **privada** de ese proyecto si se financiara 100% con capital propio, sería la tasa de colocación neta de impuestos.

Ahora bien, para determinar el costo de oportunidad **social** de esa inversión privada, debemos cuantificar el retorno de ese proyecto para el país, lo cual implica adoptar la óptica del conjunto de los agentes económicos en lugar de la óptica del dueño del proyecto.

Desde un punto de vista social, asumiendo los postulados del enfoque de eficiencia (las transferencias no se valoran) el proyecto marginal rendirá:

$$TIR_{ps} = (UAI + D) / I - 1$$

donde TIR_{ps} denota la rentabilidad del proyecto privado desde un punto de vista social, notemos que bajo el punto de vista social no consideramos los impuestos ni el financiamiento (transferencias) sino solo el aporte del proyecto a la riqueza del país (flujo de caja) y el sacrificio de recursos (inversión).

Ahora bien, sabemos que este proyecto marginal desde el punto de vista privado cumplirá que

$$TIR_p = i(1-t)$$

$$\text{por lo que, } TIR_p = (UAI(1-t) + D) / I - 1 = i(1-t)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow i &= (UAI + D/(1-t)) / I - 1 / (1-t) \\ \Rightarrow i &= UAI / I + D / I(1-t) - 1 / (1-t) \\ \Rightarrow i &= UAI / I + (D(1-t) + Dt) / I(1-t) - 1 / (1-t) \\ \Rightarrow i &= UAI / I + D / I + Dt / I(1-t) - 1 / (1-t) \\ \Rightarrow i-1 &= TIR_{ps} + (Dt-I) / I * (1-t) \end{aligned}$$

Si consideramos depreciación lineal, tenemos que en cualquier período se cumple que D es un porcentaje (α) de la inversión, con lo que:

$$i-1 = TIR_{ps} + (\alpha I t - I) / I * (1-t) \Rightarrow i-1 = TIR_{ps} + (\alpha t - 1) / (1-t)$$

$$\text{Por lo que } TIR_{ps} = i + (1 - \alpha t) / (1-t) - 1$$

$$\text{Si } \alpha = 1 \Rightarrow TIR_{ps} = i$$

$$\text{Si } \alpha = 0 \Rightarrow TIR_{ps} = i + (1 - (1-t)) / (1-t) = i + t / (1-t)$$

Ahora bien, siempre considerando que el proyecto privado que se desplaza en el margen es el peor proyecto, tendríamos que considerar aquél que rinde exactamente la tasa de colocación “ i ”. Este proyecto (el de $\alpha=1$), corresponde a un proyecto cuyos activos están totalmente depreciados (desde un punto de vista económico, no contable) al final del horizonte de evaluación, y que por lo tanto tendrá un valor residual nulo.

Por lo tanto, concluimos que el costo de oportunidad en el sector privado, desde una perspectiva social, es la rentabilidad del peor proyecto en dicho sector, que será aquel que socialmente retorna exactamente la tasa de colocación “ i ” (que en la metodología hemos denominado tc_{sr})⁷.

⁷ Para una comprobación adicional de esta conclusión, en particular de la no consideración de los impuestos, se recomienda ver “Could higher taxes increase the long-run demand for capital? Theory and evidence for Chile” Alvaro Bustos, Eduardo M.R.A. Engel y Alexander Galetovic, Journal of Development Economics, June 2003.

a) **Tasa de colocación**

La información de tasas de colocación se resume en los siguientes cuadros. Se presentan tasas de medio y largo plazo, en el entendido de que estas últimas serán las relevantes para el cálculo de la tasa de retorno de las inversiones sin riesgo.

TASAS MEDIAS DE INTERES DEL SISTEMA FINANCIERO
(Porcentajes)

año	1 a 3 años	
	reajutable	no reajutable
1982	16,02	69,01
1983	11,8	56,33
1984	9,5	44,44
1985	9,11	49,53
1986	7,58	32,14
1987	7,16	38,40
1988	7,36	27,80
1989	8,91	42,76
1990	12,69	56,07
1991	8,29	41,65
1992	8,33	35,80
1993	9,26	37,64
1994	9,3	35,26
1995	8,52	31,54
1996	8,84	29,75
1997	8,42	25,68
1998	10,94	29,32
1999	8,19	26,46
2000	7,4	26,00
2001	6,52	19,23
2002	5,16	18,26

Fuente: Boletín Mensual del Banco Central, Dic. 2003

En el cuadro anterior, las tasas reajustables corresponden al promedio geométrico de las tasas de interés anuales de cada período. Las tasas de operaciones reajustables son anuales y las tasas de operaciones no reajustables se refieren al valor acumulado de las tasas mensuales de cada año.

Dado que las tasas de operaciones no reajustables son nominales, y por tanto tienen implícita las expectativas de inflación (que no coinciden con la inflación real), se han considerado solamente las tasas de operaciones reajustables y sólo estas se consideraran para efectos del estudio, guardando así la necesaria consistencia con las otras tasas (CMg de la deuda externa y tasa libre de riesgo de captación) y con las metodologías de evaluación vigentes en el Sistema Nacional de Inversión Pública, las que consideran flujos reales (no nominales).

El promedio para todo el periodo es de 9.014%. Sin embargo no resulta adecuado tomar todo el periodo, si se considera que los primeros años corresponden a los de la crisis de los 80s, con tasas inusualmente altas, si se toma un promedio desde el año 1984, se obtiene una tasa de 8,5%.

Este promedio aún resulta alto comparado con los actuales niveles de tasas y considerando la tendencia a la baja que ha prevalecido durante los últimos años (tasas iguales o menores al 8% desde 1999 y menores a 7% en los últimos 3 años).

Tomado en cuenta los factores anteriores, se trabajará con una proyección de tasa de colocación para el largo plazo, de 7%, que corresponde aproximadamente al promedio de los últimos 4 años. Debe considerarse además que la tasa de colocación flotante está siendo fijada por la Banca con tope en 6,9%⁸, lo que refuerza la estimación anterior, Esta tasa es consistente con la tasa de captación estimada de 4,2%, lo que implica un spread implícito de 2,8%⁹.

b) Estimación de distorsiones por impuestos a las utilidades y a las rentas

Como se indicó anteriormente en el informe, la rentabilidad marginal de la inversión sin riesgo, desde un punto de vista privado, se calculará como la tasa de colocación más las distorsiones que generan los impuestos¹⁰. Es decir :

$$q_{sr} = tc*(1+TMg)$$

c) Determinación de la tasa de retorno privada

De acuerdo a lo presentado en los puntos anteriores, la tasa de retorno privada, **desde un punto de vista privado**, sin riesgo, será la tasa de colocación incrementada por la tasa marginal de impuestos:

$$q_{sr} = tc*(1+TMg) \Rightarrow q_{sr} = 7*(1+0,17) = 8,19 \%$$

En tanto que la tasa de retorno (sin riesgo), **desde un punto de vista social**, será simplemente la tasa de colocación de 7%.

5.2 *Metodología 2 (tradicional)*

Tanto el estudio de Desormeaux, Díaz y Wagner (1987), como el de Espinal (1994), y el estudio del DII de la Universidad de Chile de Avilés, Contreras, Fierro, Galetovic y Mardones (1998) consideran dos metodologías: una basada en la información contable y financiera de una muestra de empresas de la economía (llamado q1 en el trabajo de Espinal) y otra basada en informaciones macroeconómicas registradas en cuentas nacionales (q2).

De acuerdo a las bases del presente estudio, y considerando que ahora se cuenta además con la metodología 1 (presentada en el punto anterior), que se ajusta mejor al nuevo modelo propuesto con consideraciones de riesgo, en este trabajo se desarrollará sólo la aplicación asociada al cálculo del llamado q1.

El rendimiento de la inversión en un período t en base a la información de una muestra de empresas (q1) se estima como:

⁸ Datos del Banco Santander Santiago.

⁹ Dicho spread era de 2,4% en el estudio anterior realizado por esta unidad académica.

¹⁰ Esta fórmula supone que todos los agentes económicos tienen acceso ilimitado al capital a la tasa de colocación vigente, y que las limitaciones existentes se deben al riesgo que la Banca ve en el inversionista (olvidándonos del problema de selección adversa existente) y que hay empresas que podrían aumentar su razón deuda/capital propio a esa misma tasa de colocación (suponiendo que poseen un coeficiente de aversión al riesgo mayor).

$$q1_t = \frac{\sum_i^n R Op_{it}}{\sum_i^n A. Op_{it}}$$

donde,

$R.Op_{it}$ es el resultado operacional de la empresa i en el período t

$A.Op_{it}$ es el total de activos de la empresa i en el período t

n es el número de empresas en la muestra

El retorno de la inversión entonces resulta de sumar el total de los resultados operacionales de la muestra de empresas y dividir por la suma de sus activos.

La metodología de determinación de $q1$ considera la información contable de las empresas que entregan las fichas FECU (Ficha Estadística Codificada Uniforme) a la Superintendencia de Valores y Seguros. Esta información, por ser de carácter contable, adolece de deficiencias que alejan la rentabilidad contable estimada de la verdadera rentabilidad de mercado de las empresas, motivo por el cual debemos hacer algunos ajustes.

En mayor detalle, si se considera el concepto de flujo de caja (utilidad más depreciación). La teoría indica que la rentabilidad media de una inversión puede ser calculada como la tasa que hace igual a cero la suma de la Inversión más los flujos de caja futuros actualizados con dicha tasa, es decir, la rentabilidad media es la TIR. En el caso de perpetuidades (inversiones con horizonte infinito) se demuestra que:

$$TIR = \text{Flujo de Caja} / \text{Inversión}$$

Esta ecuación difiere de la presentada anteriormente, la que si consideramos una sola empresa quedaría:

$$q1 = R. Oper. t / \text{Activos } t$$

La diferencia está dada en el numerador, ya que la depreciación del ejercicio debe ser sumada al resultado operacional para obtener el flujo de caja. Si suponemos que los activos obtenidos del balance, representan la inversión expresada en valores de mercado, resulta claro que la rentabilidad contable ($q1$) subestima la rentabilidad media.

La teoría indica por otra parte que la rentabilidad media accionaria (incremento porcentual de precios luego de un cierto lapso de tiempo), debiera coincidir la rentabilidad calculada con los flujos de caja esperados por los inversionistas. Por lo comentado en el párrafo anterior, a priori debemos esperar que dicha rentabilidad accionaria (de mercado) sea mayor que la rentabilidad contable.

Sin embargo, para llegar a la ecuación

$$TIR = \text{Flujo de Caja} / \text{Inversión}$$

Se supuso perpetuidad. En el infinito evidentemente los activos estarían totalmente depreciados, por lo tanto la única forma de suponer flujos hasta el infinito, es agregando al Flujo de Caja, inversiones de reposición, como parte del flujo de capitales. Una de las formas en que se suelen estimar estas inversiones (dentro de los métodos de estimación de valores residuales en evaluación de proyectos), es asumiendo que cada año se invierte un monto exactamente igual a la depreciación, en ese caso, considerando que:

Flujo de Caja (sin inversiones de reposición) = R. Oper + Depreciación

Se llega a que el Flujo de Caja con inversiones de reposición es igual al Flujo de Caja (sin inversiones de reposición) – Depreciación, es decir, es igual al Resultado Operacional.

Considerando lo expuesto en los párrafos anteriores, proponemos las siguientes variaciones a las metodologías de cálculo, con lo que a nuestro juicio se superan en parte las limitantes que acabamos de resaltar:

- Aumentar a más de 500 el número de empresas cuya rentabilidad se estimará de acuerdo a la información contable de las fichas FECUS. Esto es posible hacerlo hoy ya que la Superintendencia de Valores y Seguros recibe actualmente información de más empresas que las que recibía a la fecha de nuestro estudio previo (en 1998 se trabajó con una muestra de poco más de 150 empresas)
- Incluir el Resultado Operacional en el numerador para efectos de tener una métrica con mayor sentido económico. Debe tenerse en cuenta además, que la mayoría de los restante flujos del Estado de Resultados, corresponden a flujos relacionados con inversiones en otras empresas, y que por lo tanto no deben ser contabilizados para estimar la rentabilidad privada desde el punto de vista social (ya que representan relaciones cruzadas entre empresas que desde el punto de vista social se anulan).
- Corregir en el denominador los activos descontando la depreciación acumulada y restando los activos financieros que representan relaciones cruzadas entre empresas.

Para poder hacer estas modificaciones, y dada la gran cantidad de información involucrada, se descartó trabajar con datos trimestrales y se consideró sólo información anual de los balances y estados de resultados al 31 de diciembre, los resultados se presentan a continuación:

Rentabilidad sobre activos estimada a partir de fichas FECUS

	Utilidad	Activos	Return on assets	Nº de datos
1990	371.906.341	4.460.157.713	8.34%	270
1991	777.529.025	4.834.380.539	16.08%	285
1992	524.521.159	5.907.820.575	8.88%	318
1993	576.734.525	6.612.786.671	8.72%	332
1994	588.463.072	6.046.164.144	9.73%	350
1995	565.651.319	5.720.489.326	9.89%	401
1996	465.595.573	6.751.378.974	6.90%	463
1997	505.665.477	7.687.958.978	6.58%	481
1998	502.039.003	9.667.310.848	5.19%	448
1999	470.335.618	10.973.932.921	4.29%	479
2000	547.197.890	11.801.815.086	4.64%	470
2001	628.250.891	12.350.965.079	5.09%	472
2002	753.675.125	11.932.681.833	6.32%	505
Promedio			7.74%	
Promedio 92-02			6.93%	
Promedio ponderado			6.95%	

Fuente: Superintendencia de Valores y Seguros e información propia.

La fila promedio muestra el promedio simple de las rentabilidades anuales, en tanto que la última fila representa un promedio ponderado por activos.

En ésta metodología de cálculo no fue posible ponderar por participación de cada sector en el PIB dado que el gran número de empresas incluidas en cada año dificultaba mucho una adecuada clasificación sectorial.

Para determinar la rentabilidad por medio de estos informes se construyó la siguiente razón:

$$rentabFECU_t = \frac{Utilidad_t}{Activo}$$

En que la utilidad que se muestra en el numerador es la vista desde el punto de vista del país, y por tanto incluye el Resultado Operacional (por las razones ya explicadas). De las utilidades declaradas por las sociedades, no se consideró los ingresos provenientes de otras sociedades o el ítem de pérdidas en empresas relacionadas para evitar la doble contabilización.

El denominador incluye el total de los activos de la empresa, descontando la depreciación acumulada, los depósitos a plazo, los valores negociables netos y las inversiones en otras sociedades u otras inversiones (también descontados para evitar la doble contabilización). Así,

$$Utilidad_t = \text{Resultado Operacional}_t$$

Activos = Totales Activo (netos de depreciación) t - Depósitos a plazo - Inversiones en otras sociedades y en empresas relacionadas-valores negociables netos

en que el subíndice t indica que la variable corresponde al ejercicio en el año t .

En la tabla anterior, N° datos corresponden al número de sociedades que presentaron esta declaración en el año respectivo (muestra considerada), incluyendo las que no efectuaron movimientos (rentabilidad cero) pero que contaban con patrimonio no nulo, y descontando aquellas que no registraban activos. Toda esta información se obtuvo de una base de datos facilitada por la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS)

Por último, notemos que la rentabilidad promedio sube por el inusual y alto resultado del año 1991. Pero si excluimos ese año el resultado del promedio simple no difiere mucho de la tasa de r calculado con el promedio ponderado y ambos tienden a mostrar que la tasa de rendimiento de los activos es prácticamente igual a la tasa de colocación estimada para el largo plazo (de 7%), lo que no es consistente ya que esta última tasa no incluye riesgo. Por tanto se opta por trabajar con un valor único de 7,5% para la rentabilidad con riesgo promedio.

6. Estimación del Costo Marginal del Endeudamiento Externo (CMgX)

6.1 Estimación de $Cmex$

El costo medio del endeudamiento externo se estima como:

$$Cmex = \frac{(1+i^*+s) \times (1+e)}{1+\pi} - 1$$

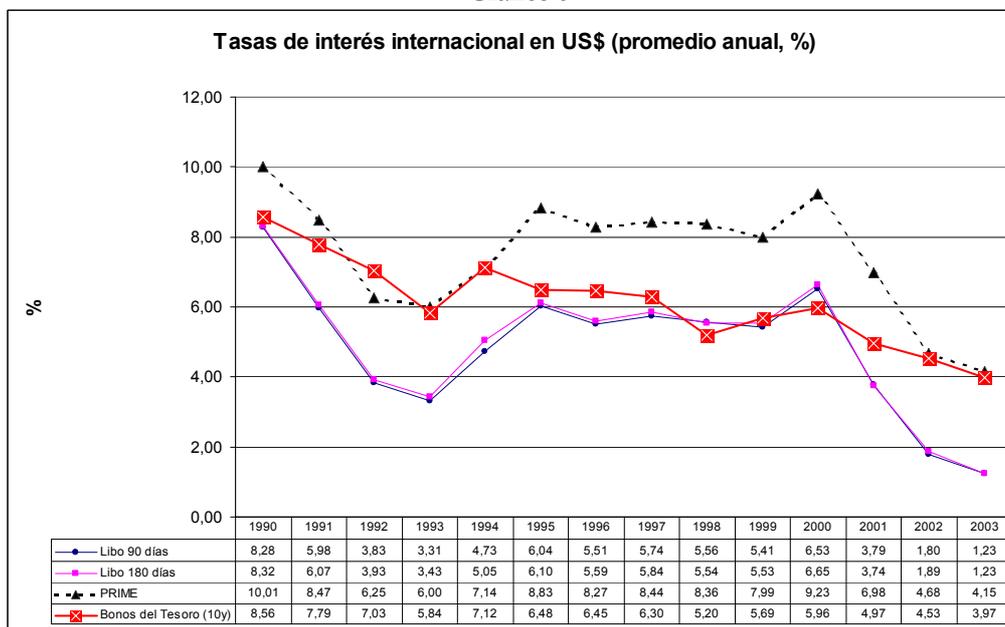
Donde, i^* es la tasa de interés internacional, s es la prima por riesgo que deben pagar los créditos que el país recibe (riesgo país), e es la variación del tipo de cambio nominal y π es la tasa de inflación interna.

Para estimar el costo medio esperado para la economía chilena, a continuación se presentan las estimaciones de cada una de las variables señaladas.

a) Tasa de interés internacional

Tal como se aprecia en el Gráfico 6, las tasas de interés internacionales muestran una significativa baja en el período 1990-2003. Por ejemplo, las tasas de los bonos a 10 años del tesoro norteamericano descendieron desde un 8,56% promedio anual el año 1990 a 3,97% el 2003.

Gráfico 6



Las expectativas sobre la evolución de la tasa de interés internacionales sugieren que estas alcanzaron su piso y que por lo tanto, debieran mantenerse o presentar un leve incremento. No obstante, si bien existe un claro consenso entre los analistas respecto del aumento de la tasa de corto plazo, no es claro que esto tenga un impacto sobre las tasas de largo plazo.

Dado lo anterior, se trabajará con una tasa de interés internacional (bonos del tesoro norteamericano a 10 años) de 4,25% anual.

b) Spread por riesgo país

En enero de 2004, Chile realizó exitosamente una emisión de bonos a cuatro años por US\$ 600 millones en el mercado de Nueva York, aprovechando las bajas tasas de interés. Los bonos, que expiran el 2008, fueron puestos en el mercado con una tasa de interés flotante de 0,43 puntos porcentuales LIBO y se espera que pague un interés de 1,54% durante 2004. Esta colocación de bonos se realizó luego que la agencia clasificadora internacional Standard & Poors mejorara la clasificación de riesgo país de Chile. Esta es la última en una serie de colocaciones de bonos que Chile ha realizado en los últimos dos años.

En enero de 2003, Chile efectuó la emisión de bonos soberanos más grande de su historia en el mercado de Nueva York por US\$ 1.000 millones en una deuda a diez años. Debido a la alta demanda existente, el spread del bono soberano chileno fue 163 puntos base sobre los bonos del tesoro norteamericano.

En tanto en Noviembre de 2003, la curva del riesgo-país de Chile cayó a un nivel históricamente bajo: 82 puntos base sobre Bonos del Tesoro de Estados Unidos, reflejando la percepción positiva de los inversionistas institucionales respecto al futuro económico y financiero de Chile.

No resulta fácil estimar la evolución del spread para Chile, ya que el cambio en condiciones externas puede generar impactos que afecten negativamente la evolución del spread. Algunos de los principales riesgos que enfrenta la economía chilena son los siguientes:

- Un alza mayor que la esperada en las tasas de interés externas, lo que podría implicar grados de turbulencia mayores en las economías de la región (particularmente Argentina y Brasil), con eventuales consecuencias sobre el riesgo país y la trayectoria probable del tipo de cambio.
- Una reducción más pausada del precio del petróleo o, incluso, escenarios con trayectorias de precios más elevados, con consecuencias sobre la inflación y, eventualmente, sobre la trayectoria del consumo.
- Efectos colaterales negativos en la economía mundial y en los términos de intercambio producto de una desaceleración brusca de China, quien enfrenta la necesidad de estabilizar su ritmo de crecimiento.
- En el mediano plazo queda el riesgo de la forma y momento en que se ajustarán los desequilibrios fiscales en algunas economías desarrolladas, especialmente en Estados Unidos.
- La posibilidad de una restricción de gas natural argentino muy superior a la observada hasta ahora. Si bien los problemas de distribución recientemente observados tienen una incidencia acotada en la economía, una restricción creciente puede tener efectos no lineales.

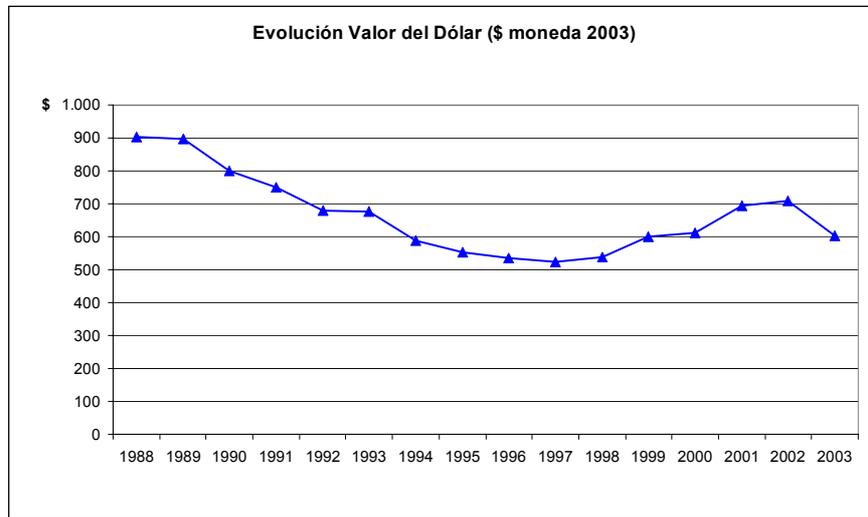
No obstante lo difícil de estimar el comportamiento del Spread riesgo país, se utilizará el valor que a la fecha de elaboración de este informe tenía Chile (90 puntos base sobre los bonos del tesoro), ya que este refleja las expectativas que en la actualidad tienen los agentes financieros internacionales sobre el comportamiento de la economía chilena y su capacidad de enfrentar los riesgos señalados previamente.

c) Variación real del tipo de cambio

La expresión $\frac{1+e}{1+\pi} - 1$ representa la variación real en el tipo de cambio. Dado que la tasa de interés internacional relevante que estamos considerando está expresada en dólares norteamericanos, este es el tipo de cambio relevante para nuestro análisis.

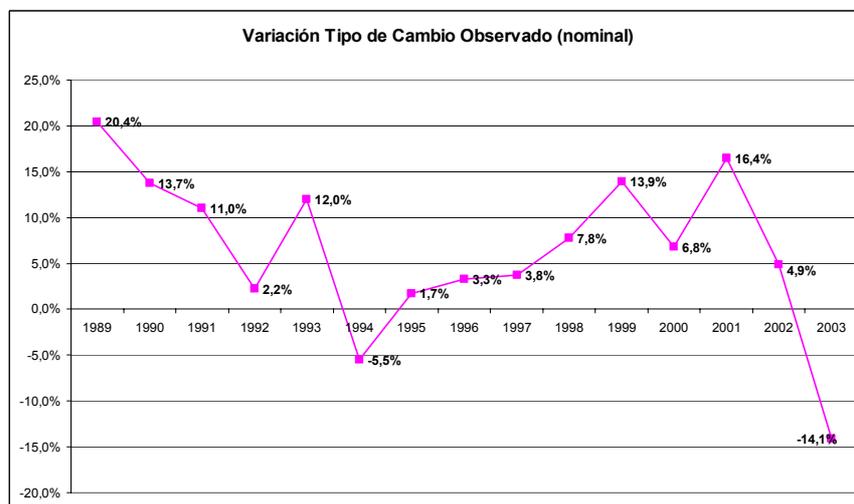
Tal como se aprecia en el Gráfico 7, en el período 1989-2003 el dólar ha mostrado una fuerte depreciación en términos reales, perdiendo en el período un 33% de su valor.

Gráfico 7



Al analizar la variación anual del dólar observado (nominal), se aprecia una fuerte variabilidad. Como se aprecia en el Gráfico 8, en el período 1989-2003 ha fluctuado entre +20,4% y -14,1%. Proyectar adecuadamente la variación nominal del dólar en el largo plazo es difícil, ya que su valor está fuertemente influenciado por cambio en las expectativas económicas generadas por eventos externos.

Gráfico 8



Si bien existen algunos analistas que plantean que el valor del dólar debiera seguir descendiendo hasta ubicarse en valores en torno a los \$550, la mayor parte cree que este debiera tener un leve aumento, finalizando el 2004 en torno a los \$630.

No obstante, tal como se señalara respecto del spread, un escenario internacional adverso puede generar una mayor volatilidad en la economía chilena y por lo tanto, producir un aumento mayor que el esperado en el tipo de cambio.

Por este motivo, el “escenario base” supondrá una tasa real de variación del dólar moderada (1%), mientras que el “escenario pesimista” supondrá un escenario de mayor volatilidad producto de un escenario externo más complejo y por lo tanto, un incremento real mayor del dólar (3%)

Dado que la política del Banco Central plantea una tasa de inflación en torno al 3% anual¹¹, estos escenarios son equivalentes a una variación nominal del dólar de aproximadamente 4% y 6% anual, respectivamente.

d) Escenarios de Costo Medio Externo

Como se definieron 2 escenarios, trabajaremos con dos valores para el C_{mex} . Tal como se presenta en la siguiente tabla, estos valores son de 6,17% para el escenario base y de 8,21% para el escenario pesimista.

Escenario	i^*	s	e	π	C_{mex}
Base	4,25%	90	4%	3%	6,17%
Pesimista	4,25%	90	6%	3%	8,21%

Fuente: Elaboración propia

6.2 *Estimación del C_{mgx}*

El costo marginal del ahorro externo se puede estimar como:

$$C_{Mgx} = C_{mex} \times \left(1 + \frac{1}{E_{sx}} \right)$$

Donde E_{sx} es la elasticidad del ahorro externo con respecto al costo medio del endeudamiento externo. De acuerdo a las estimaciones efectuadas y reportadas en el capítulo 2, los valores de elasticidad con que se trabajará son 2.153 y 180, por lo que el C_{mgx} del endeudamiento externo tiene los siguientes valores posibles:

Escenario	C_{mex}	E_{sx}	C_{mgx}
Base 1	6,17%	2153	6,17%
Base 2	6,17%	180	6,21%
Pesimista 1	8,21%	2153	8,22%
Pesimista 2	8,21%	180	8,26%

¹¹ Valor que corresponde al centro del rango meta definido por la Autoridad Monetaria (2%-4%)

Como se puede apreciar, el costo marginal del endeudamiento externo no difiere significativamente entre las alternativas de elasticidad y tampoco es significativamente diferente del costo medio del endeudamiento externo.

7. Estimación de la TSD

Hasta el momento se han estimado las elasticidades relevantes para el cálculo de la TSD, los valores esperados para la tasa de captación libre de riesgo, el retorno de las inversiones y el costo del endeudamiento externo.

En este capítulo se calcula la TSD, pero previo a eso se abordan la estimación de los valores para el ahorro doméstico, la inversión privada y el ahorro externo (como porcentaje del PIB) y los ponderadores de cada una de las fuentes de financiamiento.

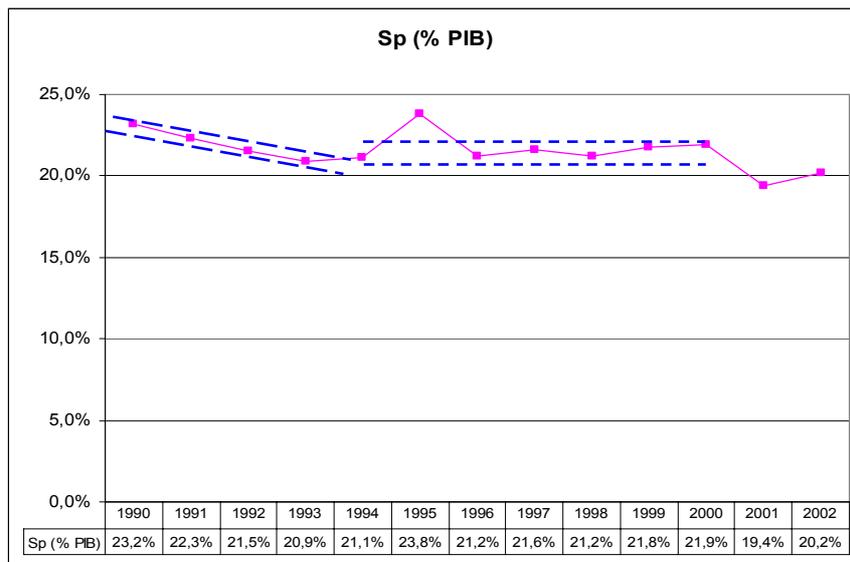
7.1 Estimación de S_p , I_p y S_x

En esta sección se describe la estimación de los valores que adoptarán los valores S_p , I_p y S_x .

a) Estimación de S_p

Tal como se aprecia en el Gráfico 9, en el periodo 1990-2003 el ahorro privado como porcentaje del PIB muestra una tendencia decreciente durante los primeros años (1990-1993). Posteriormente, y salvo el “salto” del año 1995, este valor se mantiene relativamente estable en la banda del 21% hasta el año 2000. El año 2001 este valor desciende al 19,4% (valor mínimo de la serie), mostrando el año siguiente un leve repunte (situación que puede explicarse por la situación de la economía chilena en esos años).

Gráfico 9



Fuente: Banco Central

Dada la estabilidad que ha mostrado la serie en los últimos años y las expectativas de que la economía chilena retome la senda de crecimiento y generación de empleo observado durante la década del 90, es esperable que el ahorro doméstico como porcentaje del PIB mantenga un valor en torno al promedio del período 1990-2002 (21,5%).

b) Estimación de Ip

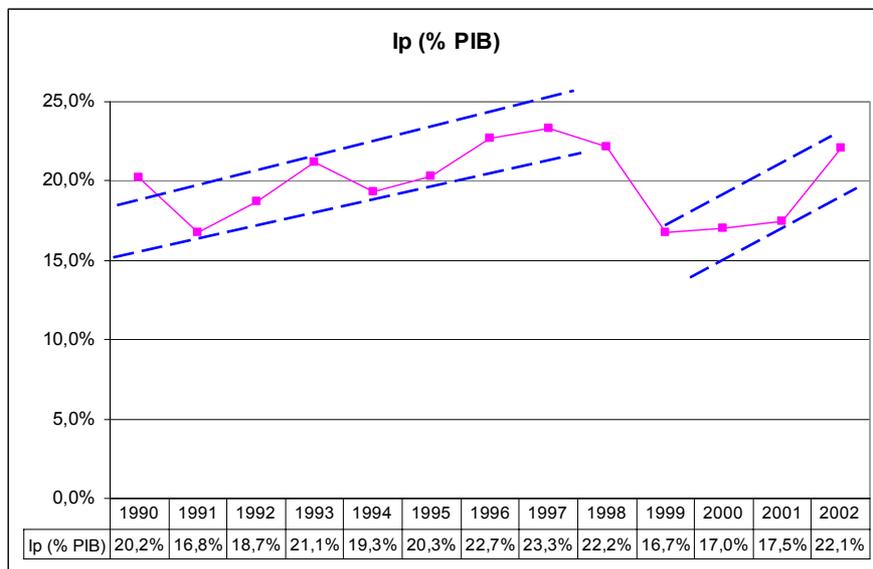
Si bien en teoría se debiera considerar el costo de oportunidad de la inversión postergada (ya sea pública o privada), la dificultad práctica de obtener la rentabilidad de las inversiones públicas lleva a que el modelo sólo incorpore el costo de oportunidad de las inversiones privadas postergadas. Por este motivo sólo se analiza en este punto la evolución de inversión privada como porcentaje del PIB (En el Gráfico 10).

Como se puede apreciar, este valor muestra una tendencia creciente hasta aproximadamente el año 1997, año en que alcanza su valor máximo (23,3%). Esta tendencia se torna más clara cuando se constata que a mediados de los años 80 la inversión privada representaba sólo el 12% del PIB.

Sin embargo, el año 1999 se observa una clara caída en la inversión privada (hasta 16,7% del PIB), pero a partir del año siguiente se empieza a recuperar, alcanzando el año 2002 un 22,1%.

Gráfico 10

Fuente: Banco Central

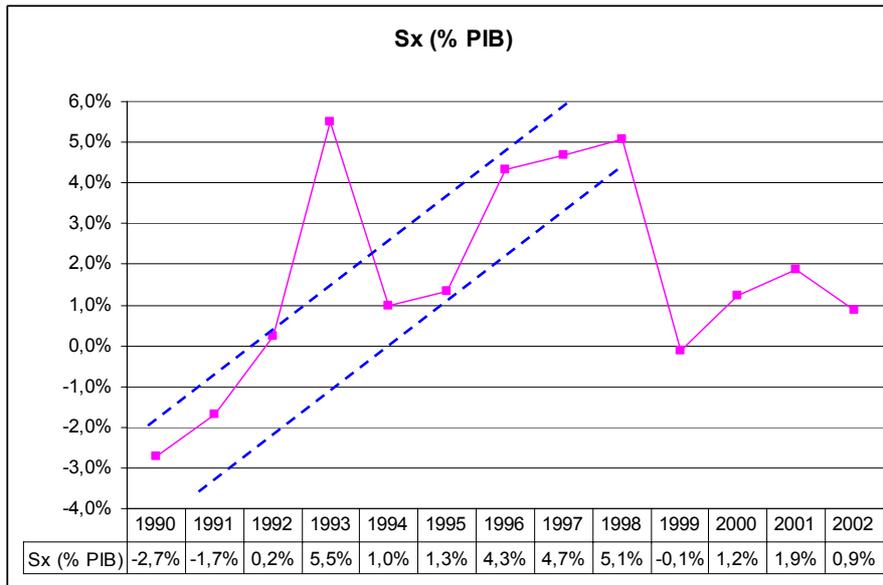


Para mantener ritmos de crecimiento consistentes con las tasas esperadas de crecimiento del PIB, la inversión privada debiera mantenerse a futuro en valores en torno al 23% del PIB.

c) **Estimación de Sx**

Tal como se aprecia en el Gráfico 11, el ahorro externo como porcentaje del PIB del país ha fluctuado en el rango de -3% a 5,5% en el período 1990-2003, siendo el promedio un 1,7% del PIB.

Gráfico 11



Al analizar los datos se observa una clara tendencia creciente del ahorro externo como porcentaje del PIB entre 1990 y 1998. Sin embargo, el año 1999 se produce una brusca caída (-0,1%), la cual comienza a recuperarse a partir del año siguiente.

El mejoramiento en los términos de intercambio y las posibilidades de comercio internacional que se abren con los tratados de libre comercio, hacen esperable cifras de ahorro externo entorno al 1% del PIB.

7.2 Estimación de los ponderadores α , β y Φ

Tal como se señalara en la revisión metodológica del cálculo de la TSD, los ponderadores de las tres fuentes de financiamiento de la inversión se calculan a partir de las siguientes expresiones:

$$\beta = \frac{Es \times Sp}{(Es \times Sp + Esx \times Sx - Ni \times Ip)}$$

$$\phi = \frac{-Ni \times Ip}{(Es \times Sp + Esx \times Sx - Ni \times Ip)}$$

$$\alpha = \frac{Esx \times Sx}{(Es \times Sp + Esx \times Sx - Ni \times Ip)}$$

donde:

- Es = Elasticidad Ahorro Interno - Tasa de Interés Ahorro Interno
- Sp = Ahorro Interno, como proporción del PIB
- Ni = Elasticidad Inversión - Tasa de Rendimiento de la Inversión
- Ip = Inversión Privada, como proporción del PIB
- Esx = Elasticidad Ahorro Externo - Tasa de Interés Ahorro Externo
- Sx = Ahorro externo como proporción del PIB

De acuerdo a los valores esperados para Sp , Ip y Sx y las elasticidades estimadas en el capítulo 2 de este informe, los posibles valores para los ponderadores son los siguientes:

Escenario	I/PIB	Sx/PIB	Sp/PIB	Es	Ni	Esx	β	Φ	α		
Base	23	1	21.5	0.01	-1.40	180	0.10%	15.16%	84.74%		
	23	1	21.5	0.01	-0.69	180	0.11%	8.09%	91.80%		
	23	1	21.5	0.005	-1.40	180	0.05%	15.17%	84.78%		
	23	1	21.5	0.005	-0.69	180	0.05%	8.10%	91.85%		
	23	1	21.5	0.01	-1.40	2153	0.01%	1.47%	98.52%		
	23	1	21.5	0.01	-0.69	2153	0.01%	0.73%	99.26%		
	23	1	21.5	0.005	-1.40	2153	0.00%	1.47%	98.52%		
	23	1	21.5	0.005	-0.69	2153	0.00%	0.73%	99.26%		
								Mínimo	0.00%	0.73%	84.74%
								Máximo	0.11%	15.167%	99.263%

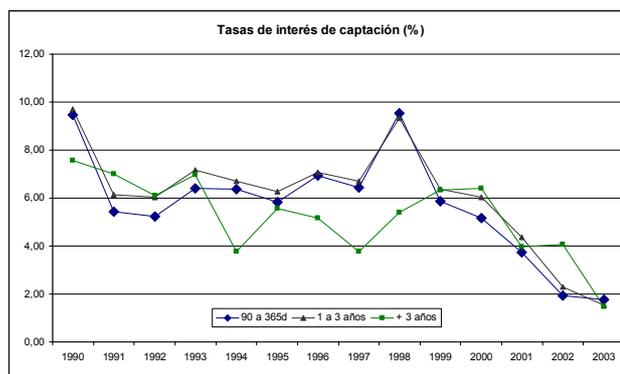
Como se puede constatar, los ponderadores más relevantes son α y Φ . En el caso que Esx es 180, α se mueve entre 84,74% y 91,85%, mientras que cuando Esx es 2153 el valor de α fluctúa entre 98,52% y 99,263%.

7.3 Cálculo TSD metodología tradicional

A continuación se presenta el cálculo de la TSD de acuerdo a la metodología tradicional. Esta TSD incluye el riesgo promedio para la economía, ya que las tasas tp y q utilizadas incorporan en su estimación el riesgo implícito de la economía.

La tasa de captación se estima a partir de información de las tasas de interés de captación del sistema financiero. Si se analiza el periodo 1990-2003 se puede apreciar tasas de captación bastante elevadas en algunos años (particularmente 1990 y 1998) y valores históricamente muy bajos (inferiores al 2% el año 2003).

Año	Tasas de interés del sistema financiero - captación (%)		
	90 a 365 días	1 a 3 años	más de 3 años
1990	9,46	9,69	7,56
1991	5,43	6,13	6,99
1992	5,25	6,03	6,1
1993	6,41	7,16	6,98
1994	6,38	6,69	3,78
1995	5,85	6,26	5,56
1996	6,94	7,06	5,16
1997	6,45	6,7	3,78
1998	9,53	9,32	5,4
1999	5,87	6,36	6,35
2000	5,17	6,05	6,39
2001	3,74	4,38	3,96
2002	1,94	2,31	4,07
2003	1,76	1,52	1,47
Promedio	5,73	6,12	5,25



Fuente: Banco Central

Nota: cifras anualizadas por sobre la variación de la UF.

Para efectos del cálculo de la TSD se utilizará el promedio anual observado en el periodo 1990-2003 para las tasas de captación de más de tres años (5,25%). Cabe hacer notar que dado el bajo ponderador asociado a esta fuente de financiamiento (ahorro interno) es muy bajo, la TSD resulta muy poco sensible al cambio de esta tasa. Dado que existen ocho conjuntos de ponderadores y dos escenarios para el CmgX, a continuación se presentan los dieciséis valores estimados para la TSD según la metodología tradicional. Como se puede constatar, los valores para el escenario base fluctúan entre 6,18% y 6,4% y en el caso del escenario pesimista, fluctúan entre 8,14% y 8,21%.

Escenario	β	Φ	α	tp	q	CMgX	TSD
Base	0.10%	15.16%	84.74%	5.25	7.5	6.21	6.40
	0.11%	8.09%	91.80%	5.25	7.5	6.21	6.31
	0.05%	15.17%	84.78%	5.25	7.5	6.21	6.40
	0.05%	8.10%	91.85%	5.25	7.5	6.21	6.31
	0.01%	1.47%	98.52%	5.25	7.5	6.17	6.19
	0.01%	0.73%	99.26%	5.25	7.5	6.17	6.18
	0.00%	1.47%	98.52%	5.25	7.5	6.17	6.19
	0.00%	0.73%	99.26%	5.25	7.5	6.17	6.18
Pesimista	0.10%	15.16%	84.74%	5.25	7.5	8.26	8.14
	0.11%	8.09%	91.80%	5.25	7.5	8.26	8.19
	0.05%	15.17%	84.78%	5.25	7.5	8.26	8.14
	0.05%	8.10%	91.85%	5.25	7.5	8.26	8.20
	0.01%	1.47%	98.52%	5.25	7.5	8.22	8.21
	0.01%	0.73%	99.26%	5.25	7.5	8.22	8.21
	0.00%	1.47%	98.52%	5.25	7.5	8.22	8.21
	0.00%	0.73%	99.26%	5.25	7.5	8.22	8.21
Escenario Base						Mínimo	6.18
						Máximo	6.40
						Promedio	6.27
Escenario Pesimista						Mínimo	8.14
						Máximo	8.21
						Promedio	8.19
						Promedio	7.23

Fuente: Elaboración propia

Esto muestra claramente que la actual TSD debe reducirse, ya que en el escenario más complejo para la economía chilena (que hemos denominado pesimista) la TSD es inferior al 10%. En caso de que diéramos igual probabilidad de ocurrencia a cada uno de estos escenarios, la TSD es 7,23%.

7.4 Cálculo TSD nueva metodología

Esta metodología considera la incorporación del riesgo específico de los proyectos, lo cual implica que la TSD aplicable a un proyecto se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$TSD_i = TSD_{sr} + Premio\ por\ Riesgo_i$$

Donde TSD_{sr} es la tasa social de descuento sin riesgo e i representa el proyecto bajo análisis.

A continuación se presenta cada cálculo de la TSD sin riesgo y posteriormente el cálculo del premio por riesgo.

a) TSD sin riesgo

Para obtener la TSD sin riesgo se considerará el siguiente promedio ponderado:

$$TSD_{sr} = tp_{sr} \times \beta + q_{sr} \times \phi + \alpha \times CMg\ x$$

De manera similar al caso de la metodología tradicional, se estimaron 12 valores de TSD_{sr} . Como se puede apreciar en la siguiente tabla, las diferencias al interior de cada escenario son mínimas, siendo la tasa promedio para el escenario base de 6,24% y para el escenario pesimista de 8,16%. Si suponemos igual probabilidad de ocurrencia para ambos escenarios, la TSD_{sr} es de 7,2%.

Escenario	β	Φ	α	tp	q	CMgX	TSDsr
Base	0.10%	15.16%	84.74%	4.20	7.00	6.21	6.32
	0.11%	8.09%	91.80%	4.20	7.00	6.21	6.27
	0.05%	15.17%	84.78%	4.20	7.00	6.21	6.32
	0.05%	8.10%	91.85%	4.20	7.00	6.21	6.27
	0.01%	1.47%	98.52%	4.20	7.00	6.17	6.19
	0.01%	0.73%	99.26%	4.20	7.00	6.17	6.18
	0.00%	1.47%	98.52%	4.20	7.00	6.17	6.19
	0.00%	0.73%	99.26%	4.20	7.00	6.17	6.18
Pesimista	0.10%	15.16%	84.74%	4.20	7.00	8.26	8.06
	0.11%	8.09%	91.80%	4.20	7.00	8.26	8.15
	0.05%	15.17%	84.78%	4.20	7.00	8.26	8.07
	0.05%	8.10%	91.85%	4.20	7.00	8.26	8.15
	0.01%	1.47%	98.52%	4.20	7.00	8.22	8.20
	0.01%	0.73%	99.26%	4.20	7.00	8.22	8.21
	0.00%	1.47%	98.52%	4.20	7.00	8.22	8.20
	0.00%	0.73%	99.26%	4.20	7.00	8.22	8.21

Fuente: Elaboración propia

Escenario Base	Mínimo	6.18	Escenario Pesimista	Mínimo	8.06		
	Máximo	6.32		Máximo	8.21	Promedio	7.20
	Promedio	6.24		Promedio	8.16		

Las diferencias de la TSD con riesgo promedio y la TSD libre de riesgo son mínimas. Esto se explica fundamentalmente por la situación actual de la economía chilena, de apertura al mercado financiero mundial, donde el mayor ponderador es el asociado al CMgX (con riesgo en ambos modelos).

b) TSD por categoría de riesgo del proyecto

De acuerdo a esta metodología, el premio al riesgo que debiera considerarse en las inversiones públicas se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$r^c = \frac{2}{2 - \rho \cdot CV^2} \cdot r^s$$

donde r^c es la tasa a la cual los beneficiarios descuentan los flujos de consumo, la que en un mercado de capitales perfecto se puede aproximar por la tasa de retorno de mercado (como en el CAPM tradicional) y r^s es la tasa social de descuento libre de riesgo.

El parámetro ρ refleja el grado de aversión al riesgo. Como este coeficiente es desconocido, se utilizará un rango entre 0,5 y 3¹². Por otra parte, CV es el coeficiente de variabilidad¹³ de los consumos, el que alcanza un valor de 0,2983 en el período 1985-2003

	Consumo Total (MM\$ 1996)	
1985	11.421.877	
1986	11.971.401	
1987	12.721.604	
1988	13.568.599	
1989	14.396.140	
1990	14.646.157	
1991	16.039.078	
1992	17.879.723	
1993	19.053.688	
1994	19.987.782	
1995	21.676.943	
1996	23.211.068	
1997	24.712.833	
1998	25.779.498	
1999	25.669.567	
2000	26.586.734	
2001	27.343.793	
2002	27.904.562	
2003	28.881.634	
	1985-2003	1990-2003
Promedio	20.181.720	22.812.361
Desv. Est.	6.020.624	4.629.129
CV	0,2983	0,2029

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Central

¹² Estos valores son representativos de las estimaciones realizadas en la literatura, ver por ejemplo, Auerbach y Kotlikoff (1987), Newbery y Stiglitz (1981) y Mehra y Prescott (1985).

¹³ El coeficiente de variabilidad se calcula como la desviación estándar de una serie dividida por su promedio.

Si bien de acuerdo a esta metodología es posible calcular una TSD para cada proyecto, la falta de información adecuada para estos fines lo dificulta, por lo cual se sugiere clasificar los proyectos en una de las siguientes tres categorías:

- Proyectos pro-cíclicos: Proyectos cuyos retornos están positivamente correlacionados con el comportamiento de la economía. Por ejemplo, proyectos de transporte interurbano, en que se constata una alta correlación positiva entre el nivel de tránsito y el PGB.
- Proyectos contra-cíclicos: Proyectos cuyos retornos están negativamente correlacionados con el comportamiento de la economía. Es decir, aquellos que tienen un buen retorno social cuando la economía no está bien (disminuye el PGB) y mal retorno social cuando la economía está en buena situación.
- Proyectos neutros: Aquellos proyectos cuyos retornos no muestran correlación con el comportamiento de la economía. A este tipo de proyectos se les debe aplicar la TSD_{sr} .

A partir del promedio de TSD_{sr} para cada escenario y los coeficientes de CV y ρ , se obtienen los siguientes valores de TSD para cada una de las categorías de riesgo de los proyectos:

CV	ρ	Escenario					
		Base			Pesimista		
		Procíclico	Neutro	Contracíclico	Procíclico	Neutro	Contracíclico
0.2983	0.5	6.38	6.24	6.10	8.35	8.16	7.97
0.2983	3.0	7.20	6.24	5.28	9.42	8.16	6.90
0.2029	0.5	6.30	6.24	6.18	8.24	8.16	8.08
0.2029	3.0	6.65	6.24	5.83	8.70	8.16	7.62
Promedio		6.63	6.24	5.85	8.68	8.16	7.64

Fuente: Elaboración propia

Si se utiliza el supuesto de igual probabilidad de ocurrencia para cada escenario, los valores promedio resultantes son de 7,20% para los proyectos neutros (promedio de 6,24 y 8,16), 7,65% para los pro-cíclicos y de 6,74% para los contra-cíclicos.

8. Impacto de la nueva tasa social de descuento (TSD) sobre la Evaluación Social de Proyectos

En este capítulo se presentan los resultados del análisis sobre el impacto que tiene el uso de una nueva tasa social de descuento en la rentabilidad social de una muestra de proyectos de inversión pública.

La muestra de 10 proyectos utilizada en el análisis fue la siguiente:

Agua Potable	Electrificación	Vialidad Intermedia	Vialidad Interurbana
<ul style="list-style-type: none"> •(1) Instalación Sistema APR Entre Ríos •(2) Ampliación Sistema San Agustín, Salamanca •(3) Instalación Sistema Camelia Norte, Retiro 	<ul style="list-style-type: none"> •(4) Instalación Electricidad Rural sector El Avellano, Traiguén •(5) Electrificación Camisas Peladero Salamanca •(6) Construcción Electrificación Costado Medialuna Rabuco 	<ul style="list-style-type: none"> •(7) Pavimentación Calle Las Heras •(8) Pavimentación Diego de Almagro 	<ul style="list-style-type: none"> •(9) Mejoramiento Ruta A-55 Huara-Colchane, km30-km50 •(10) Construcción, mejoramiento camino costero Cahuil-Lipimavida

El análisis de rentabilidad (criterio de VAN) se realizó de acuerdo a los siguientes escenarios y tasas definidas previamente en el estudio.

Tasas de Descuento utilizadas

Metodología tradicional			Nueva metodología		
Escenario pesimista	Escenario base	Tasa promedio	Escenario pesimista	Escenario base	Tasa promedio
8,16%	6,24%	7,20%	8,19%	6,27%	7,23%

En el siguiente cuadro se presenta el VAN de cada proyecto evaluado de acuerdo a la metodología tradicional, para cada uno de los escenarios. El valor entre paréntesis corresponde a la variación respecto de la tasa social de descuento base (10%).

Resultado según Metodología Tradicional

Proyecto	VAN (M\$)			
	Escenario base	Escenario pesimista	Tasa promedio	Tasa base (10%)
AGUA POTABLE				
1	91.990 (590,5%)	46.973 (252,6%)	68.021 (410,6%)	13.322
2	26.276 (60,1%)	20.595 (25,5%)	23.240 (41,6%)	16.415
3	35.644 (271,6%)	20.390 (112,6%)	27.419 (185,8%)	9.593
ELECTRIFICACION				
4	106.978 (122,5%)	72.584 (50,9%)	88.434 (83,9%)	48.090
5	263.317 (72,3%)	198.284 (29,7%)	228.096 (49,2%)	152.831
6	43.073 (61,3%)	33.464 (25,3%)	37.876 (41,8%)	26.707
VIALIDAD				
7	33.830 (252,4%)	20.027 (108,6%)	26.500 (176,0%)	9.600
8	391.708 (224,3%)	237.314 (96,5%)	309.701 (156,4%)	120.793
9	1.451.185 (41,6%)	1.217.201 (18,8%)	1.329.607 (29,8%)	1.024.487
10	9.331.506 (56,5%)	7.481.070 (25,5%)	8.369.225 (40,4%)	5.962.923

Los resultados muestran una variación importante del VAN de cada proyecto con respecto a la evaluación con la tasa base de 10%. Las mayores variaciones se producen en los proyectos de agua potable (1 y 3) y en los proyectos de vialidad intermedia (proyectos 7 y 8).

El siguiente cuadro presenta el resultado con la nueva metodología de estimación de la TSD.

Resultado según Nueva Metodología

Proyecto	VAN (M\$)			
	Escenario base	Escenario pesimista	Tasa promedio	original (10%)
AGUA POTABLE				
1	91.192 (584,5%)	46.358 (248,0%)	67.321 (405,3%)	13.322
2	26.175 (59,5%)	20.518 (25,0%)	23.152 (41,0%)	16.415
3	35.367 (268,7%)	20.188 (110,4%)	27.182 (183,4%)	9.593
ELECTRIFICACION				
4	106.352 (121,2%)	72.127 (50,0%)	87.900 (82,8%)	48.090
5	262.123 (71,5%)	197.429 (29,2%)	227.089 (48,6%)	152.831
6	42.897 (60,6%)	36.337 (36,1%)	37.727 (41,3%)	26.707
VIALIDAD				
7	33.587 (249,9%)	19.837 (106,6%)	26.286 (173,8%)	9.600
8	388.985 (222,0%)	235.192 (94,7%)	307.300 (154,4%)	120.793
9	1.447.239 (41,3%)	1.213.827 (18,5%)	1.325.959 (29,4%)	1.024.487
10	9.300.240 (56,0%)	7.454.435 (25,0%)	8.340.385 (39,9%)	5.962.923

Los resultados son bastante similares a los obtenidos con la metodología tradicional, ya que existe poca diferencia en las tasas obtenidas.

Bibliografía

- Arrow, K. (1995), *Intergenerational equity and the rate of discount in long term social investment*. Stanford University.
- Avilés, Contreras (1999), *Costo Social del Capital en Chile*, Documentos de Trabajo N° 11, Serie Gestión, Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.
- Contreras, E., 2001. *Evaluaciones de Inversiones Públicas: Enfoques Alternativos y su Aplicabilidad para Chile*. Universidad de Chile. Santiago.
- Díaz, Wagner y Desormeaux (1987), *Estimación de la Tasa Social de Descuento*, en “Precios Sociales para la Economía Chilena”. Instituto de Economía Universidad Católica de Chile.
- Edwards, G. (2002) *The effect of choosing between a constant or declining discount rate on optimal investment timing*, Universidad Católica de Chile.
- Espinal, M. (1994), *Análisis teórico de la tasa social de descuento y del precio social de la inversión*. Universidad Católica de Chile. Tesis de Magister.
- Fontaine, E. (1991), *Evaluación Social de Proyectos*. Ediciones Universidad Católica. Séptima Edición.
- Gutiérrez, H. (1995). *La tasa social de descuento y el rol del crowding out entre inversión pública y privada*. Estudios de Economía. Universidad de Chile. Vol 22. N° 1.
- Harberger, A. (1971) *On measuring the social opportunity cost of labor*. International Labor Review, Vol 103 N° 6.
- Harberger, A. (1973) *Evaluación Social de Proyectos*. Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.
- Harberger, A. (1984) *Basic needs versus distributional weights in social cost-benefit analysis*. Ec. develop. and Cult. Change, Vol 32, N° 3, The University of Chicago Press.
- Harberger, A. (1985) *Reflections on social project evaluation*.
- Jansson, A. (1998) *Fundamentos de Evaluación Social de Proyectos*. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile.
- Little, I.M.D. y Mirrlees, J.A. (1974) *Project appraisal and Planning for Developing Countries*, Basic Books, New York.
- Little, I.M.D. y Mirrlees, J.A. (1990) *Project appraisal and Planning twenty years on*. World Bank conferences on development economics, Washington D.C.
- Londero, E. (1987) *Beneficios y Beneficiarios: Una introducción a la estimación de efectos distributivos en el análisis costo-beneficio*, BID, Washington D.C.

Londero, E. (1992) *Precios de cuenta, principios, metodología y estudios de casos*, BID, Washington D.C.

Mardones, J.L.(1990) *Metodologías de Tasas de descuento: riesgo y distorsiones de mercado en proyectos públicos*, Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, Notas Docentes DI.7, 1990-

MIDEPLAN (1995) *Taller: Análisis y calificación de parámetros y variables que determinan la tasa social de descuento*. Documentos de Inversiones.

ONUDI (1972), Dasgupta, Marglin, Sen *Pautas de Evaluación social de proyectos*, Naciones Unidas, New York.

Squire, L. y van der Tak, H. (1977) *Análisis Económico de proyectos*, TECNOS, Madrid.

Torche, A. (1975) *La evaluación social y los precios sombra*. Revista Ingeniería de Sistemas. Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. Vol 1 , N° 1.

Varian, H.R. (1986) *Microeconomic analysis*, W.W. Norton & Company, Inc. Publicado por Antoni Bosch

Young, L. (2001) *Determining the discount rate for government projects*. New Zealand Treasury.