

Evaluación de impactos macroeconómicos de largo plazo de modificaciones al sistema de pensiones

Banco Central de Chile

Enero, 2017

I Introducción

1. A raíz de los anuncios de S. E. la Presidenta de la República sobre el sistema de pensiones y del debate público que le siguió, el Ministro de Hacienda envió una carta con fecha 22 de agosto de 2016 al entonces Presidente del Banco Central, Rodrigo Vergara, solicitando cooperación técnica en la evaluación de los impactos macroeconómicos y financieros de posibles modificaciones al sistema actual de pensiones. Dicha petición se enmarca dentro el art.4° de la Ley Orgánica Constitucional del Banco Central de Chile, que establece que el Banco “...deberá asesorar al Presidente de la República, cuando este lo solicite, en todas aquellas materias que digan relación con sus funciones”. El Consejo del Banco acogió dicha petición, ya que, además de tener un rol regulador de los Fondos de Pensiones en diversas materias, consideró que el sistema de pensiones tiene efectos macroeconómicos y financieros relevantes que lo relacionan con los objetivos de estabilidad de la moneda y normal funcionamiento de los pagos internos y externos.
2. Posteriormente, el Ministro de Hacienda solicitó al Consejo que se presentará el avance de dicho estudio el día 20 de enero del presente año y que, posteriormente, se repitiera dicha exposición a la Mesa de Trabajo sobre Pensiones. Esta minuta contiene los principales elementos del análisis realizado y que serán presentados por el Presidente del Banco Central en dichas reuniones. La versión final y completa del informe será publicado una vez que se haya finalizado su elaboración y presentado a la Presidenta de la República.
3. Las opiniones contenidas en esta minuta no deben ser entendidas como un apoyo implícito o explícito a una propuesta específica, sino que como una evaluación de carácter técnico respecto de los efectos macroeconómicos de los distintos escenarios de modificación del sistema de pensiones analizados en el informe. Este análisis tiene por objetivo colaborar en la evaluación de las ventajas y desventajas de diferentes propuestas, y se circunscriben a los términos de referencia acordados con el Ministerio de Hacienda que se describen en la sección II.
4. La estructura de la minuta es la siguiente. En la sección II se explican los alcances y objetivos del informe. La sección III resume el marco conceptual utilizado en el análisis. La sección IV presenta los resultados de la evaluación. Finalmente, las principales conclusiones se encuentran en la sección V.

II Alcance y objetivos del informe

5. En la carta enviada por el Ministro de Hacienda, se solicita evaluar los impactos macroeconómicos de “medidas específicas” para reformar el sistema de pensiones. En coordinación con el Ministerio de Hacienda, y dado que la discusión sobre las posibles modificaciones estaba en etapas muy iniciales, se acordó limitar el estudio a la evaluación de tres posibles escenarios para el uso del 5% de cotización adicional, de modo que otros elementos del mensaje presidencial no fueron evaluados. Se acordó también que el análisis se limitaría a los efectos macroeconómicos de largo plazo de los mismos y que cada alternativa se evaluaría de forma independiente.
6. Los tres escenarios evaluados consideran que el 5% de cotización lo paga el empleador, pero asumen distintos destinos para el monto recaudado. Los escenarios son los siguientes:
 - I. Capitalización individual:* El 5% de cotización adicional va a un fondo que pertenece al trabajador al que se asocia la cotización y que puede ser retirado solo al momento de la jubilación.
 - II. Ahorro intrageneracional:* El 5% de cotización adicional va a un fondo que pertenece a la generación a la que se asocia la cotización y se reparte entre sus miembros cuando dicha generación jubila en una proporción determinada previamente, la que no tiene necesariamente relación con el monto aportado por cada trabajador¹
 - III. Reparto:* El 5% de cotización adicional no va a un fondo, sino que se reparte inmediatamente entre los pensionados existentes al momento de enterar la cotización².
7. Como se mencionó, la evaluación se enfoca en las implicancias macroeconómicas de largo plazo de estos escenarios, incluyendo los efectos sobre el ahorro y la inversión, el PIB, el mercado laboral y las cuentas fiscales.
8. El análisis no incluye los siguientes elementos:
 - a. Análisis de bienestar (lo que implica establecer cómo los cambios macroeconómicos afectan el bienestar de las personas y realizar una diferenciación entre el bienestar de pensionados futuros versus los pensionados actuales).

¹ / Ver nota al pie 15 para una explicación de las reglas de adjudicación de propiedad de los fondos.

² / Suponemos una regla de reparto actuarial: un pago proporcional al monto cotizado durante la vida activa. Las reglas actuariales, también llamadas cuentas nocionales o sistemas de puntos, se han popularizado en varios países desarrollados (siendo Suecia su máximo exponente) como manera de lidiar con los bajos incentivos a contribuir que surgen cuando el vínculo entre aportes y beneficios futuros es más débil.

- b. Estudio de los efectos macroeconómicos durante la transición de un equilibrio de largo plazo a otro, ni el efecto de medidas transitorias diseñadas para transitar desde un equilibrio a otro.
 - c. Análisis del impacto de la estructura microeconómica o de la organización industrial del mercado de AFPs.
9. La metodología de evaluación se basa en un modelo de equilibrio general cuyos detalles se presentan en el apéndice A. Los elementos más relevantes para entender los resultados se presentan en la siguiente sección.

III Marco conceptual

10. **El objetivo de un sistema de pensiones es entregar ingresos a personas que, después de cierta edad, dejan el mercado del trabajo.** El gasto asociado a las pensiones puede tener diferentes fuentes de financiamiento. Por ejemplo, se puede financiar con cotizaciones laborales, es decir, con parte del ingreso de los trabajadores o, como en el caso del pilar solidario en Chile, con impuestos generales. El análisis de este informe se circunscribe al primer caso, es decir, **un sistema de pensiones como un sistema que entrega recursos a los jubilados, recursos que son recaudados en proporción a los ingresos del trabajo.** Esto puede tomar distintas formas, por ejemplo, en el caso de reparto los beneficios se financian a través de una transferencia directa de los trabajadores activos a los jubilados en cada momento del tiempo, mientras que en el caso del sistema de capitalización individual son los mismos trabajadores los que autofinancian su pensión futura, ahorrando parte de sus ingresos laborales.
11. **Por sus dimensiones los sistemas de pensiones tienen efectos macroeconómicos importantes que deben ser reconocidos y aquilatados al momento de discutir reformas a los mismos.** Para ilustrar la relevancia de dichos sistemas basta reconocer que los activos del sistema de pensiones representan cerca de un 70% del PIB y el ahorro previsional poco más de un tercio del ahorro bruto nacional^{3/}.
12. **Los sistemas de pensiones tienen muchos detalles que inciden en su funcionamiento, pero que desde un punto de vista de sus implicancias macroeconómicas, al menos en una primera aproximación, pueden ser dejados de lado, ya que no deberían tener gran impacto^{4/}.** Dentro de ellos cabe mencionar algunos que no se consideran en este reporte. Por ejemplo, este análisis no distingue si el administrador de los fondos es un ente público o privado, lo que implica suponer que la rentabilidad de los fondos, cuando

^{3/} Fuente: Superintendencia de Pensiones y Banco Central de Chile.

^{4/} Estas características, por cierto, son relevantes para el buen funcionamiento de los sistemas, ya que definen parte de la estructura de incentivos para los participantes en él y para los actores del sistema político. Por su naturaleza, una evaluación de estos aspectos requiere conocer los detalles de los mismos.

estos existen (escenario I y II), es independiente de la naturaleza jurídica del ente que los administra. Lo anterior, también supone obviar posibles ineficiencias derivadas de imperfecciones de la microestructura de mercado de pensiones. **Otro elemento no considerado en el análisis, y que no debería tener impactos demasiado relevantes, es la forma cómo se entregan los beneficios**, por ejemplo si se hace a través de seguros de longevidad, renta vitalicia u otros.^{5/}

13. A grandes rasgos, los efectos macroeconómicos de los sistemas de pensiones dependen de tres dimensiones principales.

- a. El destino de la recaudación vía cotizaciones. Esto es, si la recaudación vía cotizaciones se ahorra para, en el futuro, financiar las pensiones de esa misma generación (sistemas de ahorro individual o colectivo), o si, por el contrario, esos fondos no se ahorran y son usados de manera inmediata para financiar las pensiones de los actuales jubilados (sistema de reparto).
- b. La proporcionalidad entre los beneficios que entrega el sistema una vez jubilado y los aportes que realizaron los trabajadores en su etapa activa.
- c. La relación entre el total de beneficios comprometidos (o esperados) y el monto recaudado para ese fin.

14. La primera dimensión es clave para cuantificar los efectos sobre el ahorro y la inversión. Para entender este punto es útil considerar el siguiente ejemplo. Supongamos que el sistema de pensiones obliga a los trabajadores a ahorrar una cantidad X . ¿Cuánto cambia el ahorro nacional? Esto depende de dos factores.

- a. **Al verse forzados a ahorrar, es natural que los trabajadores disminuyan su ahorro voluntario (o aumenten su endeudamiento) en una proporción del ahorro forzoso, que llamaremos α , de modo que el ahorro total no aumenta en X sino que en $(1-\alpha)*X$.** El parámetro α depende, entre otros, de la estructura del mercado financiero y de la proporción de los beneficios futuros que son internalizados por las personas que son forzadas a ahorrar. Esta proporción, varía dependiendo tanto de la comprensión del sistema, como del grado de credibilidad del mismo. Entre menos claros son los derechos de propiedad sobre los recursos acumulados, más difícil es ganar credibilidad. Tanto una mayor restricción al endeudamiento como una baja percepción de los beneficios limitarán la capacidad y los incentivos para deshacer los efectos del ahorro obligatorio.^{6/}
- b. **El efecto sobre el ahorro agregado dependerá también del destino que se le dé a los X pesos de ahorro obligatorio.** Si la recaudación se guarda para

^{5/} La idea básica es que una renta vitalicia se puede descomponer como un pago fijo por un número de años más un seguro de longevidad, de modo que, a menos que haya una falla importante de mercado el costo de ambos esquemas debe ser muy parecido.

^{6/} De acuerdo a la evidencia nacional e internacional sobre el grado de sustitución entre ahorro privado y ahorro forzoso, un supuesto razonable es que $\alpha = 0,5$ (Ver Attanasio y Vrugiviani (2003), Attanasio y Rohwedder (2003), Botazzi et al. (2006), y Morandé (1998)).

financiar pensiones futuras, el ahorro nacional se verá afectado solo por lo establecido en (a), por lo que aumentará en $(1-\alpha)*X$. Sin embargo, si el monto recaudado se gasta íntegramente en entregar pensiones a los jubilados actuales y estos las gastan completamente, el efecto final sobre el ahorro será $(1-\alpha)*X - X$, es decir una caída neta del ahorro igual a $\alpha*X$. La idea es que **si los recursos recaudados en el sistema de pensiones no se ahorran, el ahorro agregado caerá, ya que los trabajadores disminuirán su ahorro voluntario.**

15. **La segunda dimensión es clave para establecer los efectos macroeconómicos de los sistemas de pensiones es la relación entre los beneficios que entrega el sistema una vez jubilado y los aportes que se realizaron al mismo en la etapa laboral activa. Esta dimensión es clave para determinar los efectos de un sistema de pensiones en el mercado del trabajo.** En particular,

- a. **Entre menos estrecha es la relación entre aportes realizados y beneficios percibido por un individuo, mayor será el impacto negativo en la disposición de las personas a trabajar**, ya que, al no recibir nada a cambio, la cotización es percibida como un impuesto al trabajo. Por otro lado, desde una perspectiva más práctica, una desconexión entre cotizaciones y beneficios genera incentivos para corromper el sistema eludiendo cotizaciones y falsificando derechos a los beneficios.
- b. **Cabe notar que, en términos generales, el hecho que la cotización sea enterada por el empleador o el empleado no constituye una diferencia relevante**, ya que en equilibrio la parte de la cotización que se entiende como un beneficio futuro se rebajará del salario líquido, mientras que la incidencia de lo que se perciba como un impuesto dependerá de la sensibilidad de la oferta y demanda por trabajo a cambios en el salario, y no de quien entera la cotización. En particular, entre menos (más) sensible al salario sea la disposición a trabajar por parte de las personas, mayor (menor) será la incidencia del impuesto sobre el trabajador, quien verá reducir (aumentar) su salario líquido. En este caso el impacto sobre el nivel de empleo será menor (mayor)^{7/}.
- c. Un margen adicional que se deriva de la proporcionalidad entre aportes y beneficios es el margen de la informalidad, ya que la decisión de participar del mercado del trabajo formal depende de los beneficios que se espera obtener de ello. En particular, un aumento de las cotizaciones que no tengan beneficios asociados incentivarán la informalidad, lo que tiene una serie de implicancias negativas adicionales. Por otra parte, si los beneficios que el sistema entrega son condicionales a participar del mercado formal es esperable que ocurra lo contrario^{8/}.

16. El tercer elemento a considerar en la evaluación de los impactos macroeconómicos de los sistemas de pensiones es **la relación entre el total de beneficios comprometidos (o**

^{7/} Como se explica más adelante, el efecto final sobre el mercado laboral dependerá también de los efectos de equilibrio general, los que podrían compensar los efectos negativos de un impuesto al trabajo.

^{8/} Ver Kugler y Kugler (2012) ; Camacho et al. (2014); Aguila et al. (2012); y Galiani et al. (2014), entre otros.

esperados) y el monto recaudado para ese fin. Esta dimensión es clave para entender los impactos en las finanzas públicas. La idea es simple. El monto disponible para repartir en forma de pensiones depende de una serie de factores que cambian en el tiempo, de modo que es esperable que el monto recaudado cambie también. Entre ellos destaca la tasa de cotización, el retorno de los fondos donde se invierten las cotizaciones y el crecimiento de la masa salarial, que típicamente depende del crecimiento de los salarios y de la fuerza de trabajo. De este modo, **si los beneficios que el sistema entrega no están creíblemente vinculados a la recaudación, se generará una brecha entre ingresos y egresos que deriva en mayores impuestos, un incremento de la deuda pública, o una disminución de las pensiones.**

17. Como se discute más adelante, la relevancia de los diferentes factores en la recaudación dependerá del tipo de sistema de pensiones vigente. Para fijar ideas es útil pensar en un sistema tradicional de reparto donde las pensiones de los jubilados se financian con las cotizaciones de los trabajadores activos del mismo período. En este caso el monto recaudado depende críticamente del tamaño de la fuerza de trabajo. A medida que la distribución etaria va cambiando y la razón de dependencia va aumentando, el monto total recaudado crece a una tasa menor que la población de jubilados. Ello obliga a disminuir sus pensiones o la brecha deberá financiarse con recursos fiscales. Esta es la situación de muchas economías avanzadas que ven su población envejecer. La discrepancia entre recursos disponibles y beneficios comprometidos se acentúa cuando ocurren cambios permanentes no anticipados en alguna variable que determina el monto disponible para las pensiones, como por ejemplo una disminución del crecimiento potencial de la economía o una caída persistente de las tasas de interés de largo plazo.
18. Una posible solución al problema de la desconexión entre los beneficios comprometidos (o esperados) y el monto recaudado para ese fin es establecer *ex ante* una regla que limite el monto de los beneficios. Sin embargo, no se debe soslayar los problemas de inconsistencia temporal presente en este tipo de arreglos, donde *ex ante* (al momento de establecer la política) es óptimo someterse a una regla, pero *ex post* existen fuertes incentivos a violarla. En efecto, si bien es óptimo comprometerse a un arreglo que limite el gasto en pensiones al monto recaudado para ese fin, existe evidencia que presiones políticas aparecerán si los sistemas no son capaces de entregar los beneficios comprometidos.⁹ Es por eso que la mera presencia de una regla suele no ser suficiente para asegurar la sostenibilidad del sistema, sino que es necesario establecer limitantes firmes para su modificación. Típicamente este problema está presente con más fuerza en esquemas donde el Estado es el que entrega pensiones, como el sistema de reparto y en menor medida el de ahorro intrageneracional, ya que en estos casos es más fácil conseguir recursos *ex post* para aumentar el monto de las pensiones.
19. **En las simulaciones que presentamos en la sección IV, suponemos que la regla fiscal se cumple en todo momento, de forma que nunca los gastos exceden los ingresos.** No obstante, al momento de evaluar cualquier proyecto de ley en detalle, tanto en sus componentes transitorios como permanentes, estos elementos deben ser considerados cuidadosamente. De esto se desprende que **no es correcto inferir los impactos de**

⁹ Ver OCDE (2011, 2013, 2015, 2016).

medidas transitorias a partir de los resultados de largo plazo, ya que no solo la interacción entre los sistemas analizados no ha sido evaluada en el largo plazo, sino que la interacción entre ellos durante la transición y los incentivos que se generen en este proceso pueden tener impacto macroeconómicos relevantes tanto en el corto como en el largo plazo.

20. Una correcta evaluación de los impactos macro requiere reconocer cómo estos márgenes se relacionan entre sí y con la estructura general de la economía. Esto implica que **es importante tener en cuenta los llamados efectos de equilibrio general**. Adicionalmente, dado que las economías tienen fricciones de distinto tipo, también se debe reconocer que **la forma en que se implemente un sistema determinado puede mejorar o profundizar los efectos de esa fricción en la economía**. El caso típico es el incentivo/desincentivo a la formalización laboral.
21. **Los efectos de equilibrio general pueden ser de una magnitud relevante**. Estos efectos se originan en que lo que sucede en un mercado no solo depende de los cambios específicos en ese mercado, sino que también de lo que ocurre en otros mercados. En el caso de los sistemas de pensiones hay dos elementos principales que se deben tomar en cuenta a la hora de evaluar los efectos de equilibrio general.
 - a. Un aumento del ahorro aumenta el stock capital de la economía, aumentando la demanda por trabajo. Esto generará un incremento de los salarios y en el empleo, que eventualmente pueden contrapesar los efectos negativos sobre el mercado del trabajo que se derivan de que, dependiendo del esquema planteado, las cotizaciones actúan como un impuesto total o parcial al trabajo. Adicionalmente, este efecto puede contribuir a un aumento de la formalidad, ya que el aumento en los salarios del sector formal podrían hacer más atractivo la incorporación a este. En contraste, si la política de pensiones disminuye la tasa de ahorro, los efectos negativos en el mercado del trabajo se intensificarán.
 - b. Por otra parte, si el diseño del esquema de pensiones genera un aumento de la formalidad (por ejemplo porque para acceder a los beneficios es necesario un mínimo grado de participación en el sector laboral formal) podría afectar positivamente la demanda por capital y el nivel de inversión.
22. Es importante recalcar que los efectos de equilibrio general derivados de cambios en la tasa de ahorro nacional son diferentes en una economía abierta que en una economía cerrada. En una economía cerrada el ahorro es necesariamente igual a la inversión, por lo que cambios en la tasa de ahorro se manifestarán en cambios en igual magnitud en la tasa de inversión. En cambio, en una economía integrada financieramente al resto del mundo, cambios en la tasa de ahorro nacional no necesariamente determinan la tasa de inversión, toda vez que la inversión puede ser financiada con recursos externos y/o el ahorro nacional puede ser invertido en el exterior. El mecanismo que gobierna esta relación es el mayor o menor grado de arbitraje entre las tasas de externas e internas y los determinantes de los premios por riesgo. Por ejemplo, si una reforma reduce el ahorro nacional y la inversión se debe financiar con recursos externos, la posición de pasivos

internacionales del país aumentará, incrementado el riesgo de invertir en él y subiendo las tasas, lo que terminará por afectar negativamente a la inversión.

23. En resumen, los sistemas de pensiones pueden generar incentivos importantes a ahorrar o desahorrar, alteran el mercado del trabajo y los incentivos a la formalización, y pueden tener efectos fiscales relevantes. Lo que suceda dependerá de los incentivos que genera cada una de los sistemas y de los efectos de equilibrio general.

IV Evaluación de escenarios

24. En esta sección se presenta la evaluación de los tres escenarios a la luz del marco conceptual recién descrito, y basados en un modelo cuantitativo que describe el funcionamiento estilizado de la economía Chilena. En la Tabla 1 se describe cada uno de ellos en términos de las dimensiones discutidas más arriba. Los resultados del ejercicio cuantitativo del ejercicio de simulación se presentan en la Tabla 3 y la Figura 1. Los números en negrita se derivan del escenario base, caracterizado por un grado de internalización de los beneficios de 50% y una economía integrada parcialmente a los mercados financieros externos¹⁰. Dada la importancia que tiene la manera en que se distribuyen los beneficios bajo el sistema de ahorro intrageneracional se evaluaron dos alternativas. En la primera se asume que los beneficios se reciben solo entre las personas que cotizaron durante su vida laboral (participaron en el mercado laboral formal), mientras que en la segunda este requisito se elimina. En ambos casos la forma en que se reparten los beneficios supone un subsidio para los trabajadores de bajos ingresos y un impuesto para los de ingresos mayores¹¹.

25. **En los esquemas de capitalización individual (CI) y ahorro intrageneracional (AI) los recursos recaudados de la primera generación de jóvenes son ahorrados, mientras que bajo reparto (R) estos recursos se entregan como beneficios a los jubilados iniciales (jubilados en $t = 0$).** La diferencia en esta dimensión es la clave para explicar

¹⁰/ Ver nota explicativa Figura 1.

¹¹/ Específicamente, se consideran dos modalidades de este esquema de acuerdo al criterio de asignación de derechos. En la primera, la participación en la propiedad del fondo recaudado es proporcional al número de meses cotizados (ajustado por la rentabilidad del momento de la cotización), independiente del salario sobre el cual se cotizó. Por ejemplo, si en un mes determinado diez individuos cotizan, cada uno tiene derecho al 10% del fondo recaudado ese mes. De esta forma, un trabajador que cotiza la mitad del sueldo promedio tiene un subsidio implícito del 100% de su cotización (se lleva la cotización promedio del mes, aportando sólo la mitad), pero si no cotiza, se lleva cero. En la segunda modalidad, los fondos se reparten de manera progresiva, pero independiente del registro histórico de cotizaciones. Específicamente, suponemos una regla similar a la del pilar solidario actual en Chile donde el aporte se retira gradualmente a medida que aumenta la pensión autofinanciada. En el caso del sistema de reparto, se supone que la pensión estatal es un porcentaje del monto de las cotizaciones aportadas. Es decir, si un individuo aportó 100 pesos, se le entrega una pensión de $100 \cdot x\%$. La tasa $x\%$ se determina endógenamente, de manera de agotar los recursos del sistema de reparto en la generación jubilada en cada momento del tiempo.

las grandes diferencias en términos del ahorro agregado que se observan entre los sistemas analizados, mientras el ahorro aumenta en CI y AI, bajo un esquema de R disminuye. En términos cuantitativos, el escenario base supone que las personas internalizan un 50% de los beneficios futuros^{12/}, considerando que el 5% de cotizaciones equivale a aproximadamente a un 2,5% del PIB, lo anterior implica que el ahorro agregado debería aumentar en torno a 1,3% en el caso de CI y de AI, y caer en una cantidad similar en el caso de R^{13/}. El cambio en el ahorro explica parte importante del aumento o caída del stock de capital y de la variación del PIB. Las diferencias entre los distintos escenarios analizados tienen que ver con que los impactos de los distintos sistemas en el mercado del trabajo y los efectos de equilibrio general.

26. **Adicionalmente, el menor retorno implícito al ahorro respecto CI y AI afectará negativamente el stock de capital en el largo plazo.** Bajo reparto el retorno está dado por el crecimiento de la masa salarial, mientras que los otros dos esquemas el retorno es igual a la rentabilidad de mercado^{14/}, la que ha sido consistentemente superior^{15/}. Adicionalmente, la transición demográfica ha llevado a algunas economías a tener crecimiento de la fuerza de trabajo cero o incluso negativa por algunas décadas, punto que ha sido el mayor obstáculo para la sostenibilidad de los sistemas de reparto en el mundo.
27. **Respecto del impacto en el mercado del trabajo, bajo CI los efectos sobre el empleo son menores, ya que en la esencia de este sistema hay una relación muy alta entre lo que se cotiza y los beneficios que se obtienen.** Como se muestra en la Tabla 3 y la Figura 1 los salarios disminuyen y el empleo formal cae levemente, del orden de 0,5%. La razón es que, como se señaló, hemos supuesto que los trabajadores internalizan solo un 50% de los beneficios, de modo que parte de la cotización se entiende como un impuesto al trabajo. La disminución de trabajo formal tiene consecuencias negativas para el PIB. Adicionalmente, el impuesto al trabajo hace que la informalidad aumente, ya que para los trabajadores que están en el margen el mercado formal deja de ser atractivo después del impuesto.
28. **En el caso de AI, el impacto sobre el mercado del trabajo dependerá críticamente de cómo se entregan los beneficios.** A diferencia de la CI, este sistema no especifica la relación entre cotización y beneficios, lo que como se discutió es clave para determinar

^{12/} Ver nota al pie 5.

^{13/} En términos de la discusión de la sección III, $X = 2,5\%$ del PIB y $\alpha = 50\%$.

^{14/} En general, el retorno de cada peso cotizado está dado por la razón entre los beneficios recibidos al jubilar y las cotizaciones realizadas. En el caso de AI y CI la rentabilidad promedio del sistema es r . En el caso de reparto, el monto total de Beneficios es igual a la Cotización promedio de la generación $\tau + 1$ * # de cotizantes de la generación $\tau + 1$, los que se reparten entre los cotizantes de la generación τ . De esta manera el retorno es igual a $g + n$, donde g es el crecimiento de las cotizaciones (típicamente el de los salarios reales) y n es la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo. Como usualmente en el largo plazo $r > g + n$ el retorno de los CI y AI es mayor. Esto también muestra como el retorno en un sistema de reparto depende del crecimiento de la fuerza de trabajo, cuando este es negativo (envejecimiento de la población) cae el retorno implícito en el sistema de pensiones de reparto.

^{15/} Esta es la llamada condición de transversalidad en los modelos neoclásicos de crecimiento, y se ha cumplido empíricamente para la amplia mayoría de países y períodos considerados en diversos estudios (ver Davis (1995), Valdés-Prieto (2002), y Barr y Diamond (2008)).

los efectos en el mercado laboral. Para mostrar la importancia de esto, analizamos dos casos. En el primero, la entrega de beneficios es condicional a haber trabajado en el mercado formal (haber cotizado), aunque a diferencia de CI los beneficios se entregan de manera de subsidiar a las personas de menores ingresos, debilitando la relación entre cotización y beneficios, lo que implica un mayor impuesto a los de mayores ingresos. El impacto negativo de esto es, sin embargo, compensado parcialmente por el incentivo a la formalización implícito en el sistema de asignación de pensiones. El resultado final es un deterioro del empleo, algo más pronunciado que bajo CI en la calibración base. En el segundo caso la entrega de beneficios **NO** es condicional a haber trabajado en el mercado formal (haber cotizado), aunque los beneficios se entregan de manera de subsidiar a las personas de menores ingresos^{16/}. En este caso, al no haber una conexión entre beneficios y cotización la cotización actúa como un impuesto mayor, haciendo que el empleo formal caiga cerca de un 1,7%, más de tres veces el efecto bajo CI.

29. **Es relevante notar que el sistema de AI con incentivo a la formalización es en el fondo la suma de dos políticas públicas: una que busca redistribuir ingresos entre pensionados de una misma generación y otra que incentiva la formalidad.** Esto es importante, ya que:
- a. Cualquiera sistema de pensiones puede ser complementado con un incentivo a la formalización, lo que ayudaría a mitigar los efectos negativos sobre el empleo formal
 - b. Aumentar las cotizaciones, *a priori* no es obvio que combinar dos objetivos en un mismo instrumento sea lo más eficiente.
30. En este respecto, es importante recalcar que los efectos de impuestos y subsidios condicionales en las decisiones de oferta laboral y formalidad de los individuos no están determinados de manera muy precisa en la literatura, existiendo un grado de incertidumbre importante respecto a ellos. Esto sugiere cautela respecto a la interpretación de los resultados anteriores.
31. Respecto del impacto fiscal de cada una de estas medidas encontramos los siguientes resultados.
- a. Bajo CI y AI, el fisco enfrentará mayores gastos como empleador, y también menores ingresos en la medida que los mayores costos operacionales reduzcan las utilidades tributables de empresas. Estos costos dependerán de la fracción de la mayor cotización que sea pagada efectivamente por las empresas, en línea con la discusión del punto 15b más arriba^{17/}.

^{16/} La regla de asignación está dada por un esquema similar al actual diseño del pilar solidario.

^{17/} En el caso del sector público, por la dinámica de determinación de salarios por procesos legislativos alejados de la negociación individual es más probable que el total del aumento sea absorbido por el empleador, lo que puede ser relevante para efectos de evaluar los impactos fiscales.

- b. La reforma de reparto también tiene estos costos, pero además presenta el problema del envejecimiento poblacional en Chile^{18/}. Suponiendo que los beneficios entregados a la primera generación de jubilados se indexan a futuro al crecimiento de los salarios nominales agregados, entrega una acumulación de deuda pública alrededor de 45% del PIB sólo hasta 2050, suponiendo que la tasa de interés a la cual se endeuda el gobierno de Chile se mantiene inalterada pese a la mayor deuda. La causa principal de este aumento importante en deuda pública es que se espera que en Chile la razón de dependencia se triplique en los próximos 30 años.^{19/}
 - c. La evidencia internacional en este sentido deja poco espacio para dudas. La gran mayoría de países que han implementado sistemas previsionales basados en reparto han acumulado déficits fiscales producto del envejecimiento de la población, los cuales han forzado reformas de diseño hacia sistemas actuariales y de capitalización; reducción de beneficios; aumentos en edades de jubilación; y aumento en tasas de cotización.
 - d. Otro tema relacionado a la demografía es la mayor longevidad de las generaciones futuras, lo implica que hay que financiar pensiones por períodos más largos. Esto afecta a los tres sistemas de manera parecida, aunque la distribución de los costos varía dependiendo del diseño institucional. En un caso extremo, en CI es el individuo, en AI es la generación (un mismo “pozo” a repartir debe financiar más años) y en el de reparto depende de si es de beneficio definido o no. Si no lo es, esta parte del efecto es similar a AI, si hay un compromiso de mantener beneficios entre generaciones, esto genera mayores costos para el garante (Fisco o cotizantes).
32. **Finalmente, respecto del monto total de pensiones entregadas por cada sistema, este aumenta de manera significativa bajo CI y AI condicional a cotizaciones, alrededor de 42%.** El aumento de las pensiones es algo menor, del orden de 40%, en el caso de AI no condicional, debido al menor efecto de este esquema en los ingresos laborales formales y por consecuencia en el ahorro previsional. **El sistema que menos hace crecer las pensiones en el largo plazo es el de reparto, debido a la caída del empleo, aumento de informalidad y caída de ahorro que genera este sistema.**

^{18/} La transición demográfica afecta de manera muy distinta a cada sistema. En CI no tiene impacto sobre las pensiones porque no hay traspasos de los fondos ahorrados. Las pensiones son las mismas independientemente de la evolución de la relación entre el número de beneficiarios y de cotizantes. En AI ocurre algo similar a nivel agregado, porque la redistribución se da dentro de una misma generación.

^{19/} Específicamente, de acuerdo a las estadísticas del INE se espera que el ratio de población en edad jubilada, sobre la población en edad de trabajar, pasará del 17% actual a cerca de 44%, un aumento de 2.6 veces.

V Resumen

33. Del análisis presentado, se deducen los siguientes efectos macroeconómicos de las modificaciones al sistema de pensiones analizadas (ver Tabla 2)
- a. El sistema de capitalización individual aumenta el ahorro, el PIB, el consumo y la inversión.
 - b. Los efectos del sistema de ahorro intrageneracional dependen críticamente de su diseño e implementación. Mientras sus efectos agregados sobre el ahorro son similares a los de capitalización individual, sus efectos sobre empleo, salarios, y formalidad dependen de manera clave de cómo se entregan los beneficios. Si la entrega de estos se condiciona a la participación en el mercado formal, podrían generarse resultados positivos sobre el mercado laboral que compensaran los efectos del impuesto al trabajo. En caso contrario, los efectos negativos sobre el mercado del trabajo se potencian.
 - c. En cuanto al sistema de reparto, sus efectos macroeconómicos son negativos sin ambigüedad, puesto que el ahorro, el consumo, la inversión y el empleo se ven afectados. Adicionalmente, los problemas fiscales asociados a este esquema pueden ser severos, ya que es común en estos sistemas que los beneficios terminen excediendo a los ingresos por contribuciones, especialmente en un contexto de envejecimiento poblacional, como el proyectado para Chile.
34. En la dimensión fiscal, resulta clave que el diseño del mecanismo para entregar beneficios esté creíblemente amarrado a la recaudación en el caso de un sistema diferente a la capitalización individual.

Tabla 1. Características de distintos escenarios

	Usa ahorro para en el momento en que se recauda	Relación beneficios / aportes	Beneficios determinados por el monto recaudado
Cap. Individual	No	Sí	Sí
Ahorro intrageneracional	No	Depende de cómo se defina el acceso a los beneficios	Depende de cómo se defina el acceso a los beneficios
Reparto	Sí	Depende de cómo se defina el acceso a los beneficios	Depende de cómo se defina el acceso a los beneficios

Tabla 2. Efectos cualitativos de distintos escenarios

	Efecto ahorro / stock capital	Efecto empleo	Efecto balance fiscal	Efecto PIB largo plazo
Capitalización Individual	Positivo	Signo ambiguo, moderado	Negativo moderado	Positivo moderado
Ahorro intrageneracional: condicional	Positivo	Signo ambiguo, moderado	Negativo moderado	Positivo moderado
Ahorro intrageneracional: no condicional a cotizaciones	Positivo/moderado	Negativo	Negativo moderado	Signo ambiguo, moderado
Reparto	Negativo	Negativo	Negativo sustancial, si se mantiene los beneficios en tiempo	Negativo sustancial

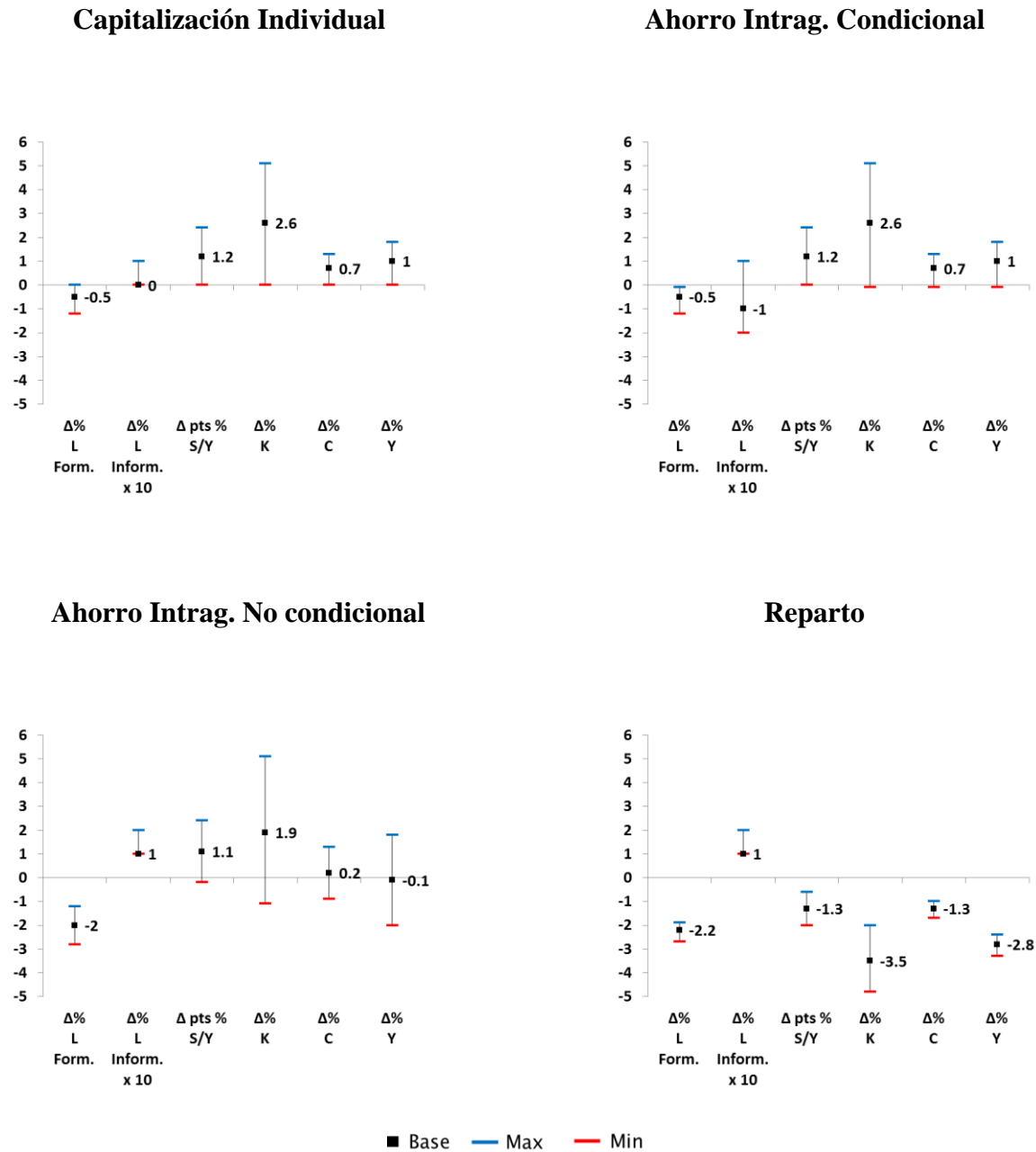
Tabla 3. Efectos cuantitativos de distintos escenarios

	Trabajo Formal	Salarios líquidos	Ahorro Total/PIB	Consumo	PIB	Monto total de pensiones*
Capitalización Individual	-0,5	-3,3	1,2	0,7	1	42,2
	[-1,2 ; 0]	[-4,8 ; -1,9]	[0 ; 2,4]	[0 ; 1,3]	[0 ; 1,8]	[41,3 ; 42,9]
Ahorro Intra. Condicional	-0,5	-3,3	1,2	0,7	1	42,2
	[-1,2 ; -0,1]	[-4,7 ; -1,9]	[0 ; 2,4]	[-0,1 ; 1,3]	[-0,1 ; 1,8]	[41,3 ; 42,8]
Ahorro Intra. No Condicional	-2	-2,9	1,1	0,2	-0,1	40
	[-2,8 ; -1,2]	[-4 ; -1,9]	[-0,2 ; 2,4]	[-0,9 ; 1,3]	[-2 ; 1,8]	[38,8 ; 41,3]
Reparto	-2,2	-5,3	-1,3	-1,3	-2,8	18,9
	[-2,7 ; -1,9]	[-6,1 ; -4,4]	[-2 ; -0,6]	[-1,7 ; -1]	[-3,6 ; -2,4]	[16,5 ; 19,6]

* Corresponde al aumento del monto total de pensiones pagadas por el sistema. No representa el aumento de la pensión individual de cada cotizante.

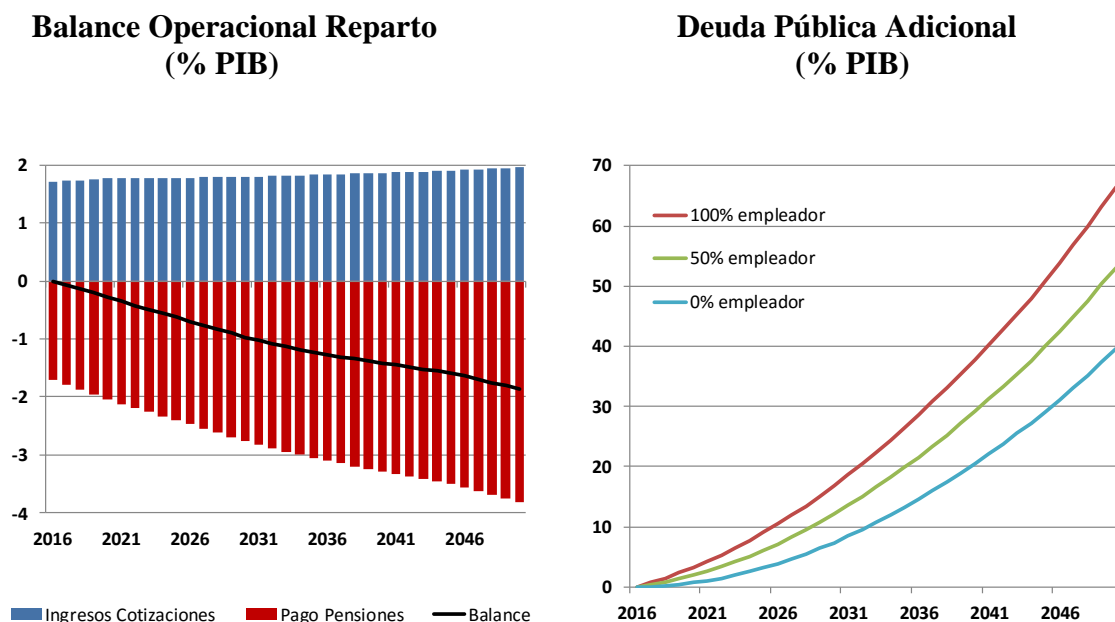
Nota: Valores son cambios porcentuales en el valor de largo plazo. Escenario base corresponde a calibración de economía abierta con fricción homogénea de 50% para todos los quintiles de ingreso. Números entre corchetes son las estimaciones máximas y mínimas de rangos de ejercicios de sensibilidad respecto a fricciones (entre 0% y 100% y fricción heterogénea) y sin inversiones en el exterior.

Figura 1. Efectos Macro en distintos escenarios en la simulación



Nota: Valores son cambios porcentuales en el valor de largo plazo. Escenario base corresponde a calibración de economía abierta con fricción homogénea de 50% para todos los quintiles de ingreso. Números entre corchetes son las estimaciones máximas y mínimas de rangos de ejercicios de sensibilidad respecto a fricciones (entre 0% y 100% y fricción heterogénea) y sin inversiones en el exterior.

Figura 2. Impacto fiscal sistema de reparto



Nota: El pago de pensiones al momento de iniciar el reparto es tal que se gasta íntegramente el 5% recaudado. El monto de la pensión per cápita entregada se proyecta creciendo igual que los salarios (2% real) hacia 2050, y para calcular su costo total se utiliza las proyecciones de población jubilada por el INE hacia esa fecha. El monto de cotizaciones se proyecta de acuerdo al crecimiento de la población activa. La tasa de interés asumida para la deuda fiscal es de 3% real, independiente del monto de la deuda. El crecimiento del PIB se proyecta de acuerdo a las estimaciones de PIB tendencial de Albagli et al. (2015).

Referencias

Aguila, E., A. Kapteyn., R. Robles., y B. Weidmel (2012). “Experimental Analysis of the Health and Well-Being Effects of a Non-Contributory Social Security Program.” Rand Corporation, Santa Monica, CA.

Albagli, E., G. Contreras, C. De la Huerta, E. Luttini, A. Naudon, y F. Pinto (2015). “Crecimiento Tendencial de Mediano Plazo en Chile.” Minuta Citada en Informe de Política Monetaria de Septiembre 2015, Banco Central de Chile.

Attanasio, O., y A. Brugiavini (2003). “Social Security and Households’ Saving.” *The Quarterly Journal of Economics* 118 (3): 1075–1119.

Attanasio, O., y S. Rohwedder (2003). “Pension wealth and household saving: Evidence from pension reforms in the United Kingdom.” *The American Economic Review* 93(5): 1499–1521.

Barr, N., y P. Diamond (2008). *Reforming Pensions: Principles and Policy Choices*. Oxford University Press.

Botazzi, R., T. Japelli, y M. Padula (2006). “Retirement expectations, pension reforms, and their impact on private wealth accumulation.” *Journal of Public Economics* 90: 2187–2212.

Brunner, J. K. (1996). “Transition from a pay-as-you-go to a fully funded pension system: The case of differing individuals and intragenerational fairness.” *Journal of Public Economics* 60(1): 131–146.

Buehn, A., y F. Schneider (2016). “Size and Development of Tax Evasion in 38 OECD Countries: What do we (not) know?” *Journal of Economics and Political Economy* 3(1): 1–11.

Busato, F., B. Chiarini, y G. M. Rey (2012). “Equilibrium implications of fiscal policy with tax evasion: A long run perspective.” *International Review of Law and Economics* 32(2): 197–214.

Camacho, A., E. Conover, y A. Hoyo (2014). “Effects of Colombia's Social Protection System on Workers’ Choice between Formal and Informal Employment.” *World Bank Economic Review*, 28(3), 446–66.

Ceyhun, E., y F. Schneider (2016). “Shadow Economies in OECD Countries: DGE vs. MIMIC Approaches.” *Bogazici Journal, Review of Social, Economic and Administrative Studies* 30(1): 51–75.

Ciccone, A., y G. Peri (2005). “Long-Run Substitutability Between More and Less Educated Workers: Evidence from U.S. States, 1950-1990.” *The Review of Economics and Statistics* 87(4): 652–663.

- Davis, P. (1995). *Pension Funds: Retirement Income Security and Capital Markets*. Clarendon Press, Oxford.
- Diamond, P. (1965). "National debt in a neoclassical growth model." *American Economic Review* 55(5): 1126–1150.
- Galí, J., F. Smets, y R. Wouters (2012). "Unemployment in an Estimated New Keynesian Model." *NBER Macroeconomics Annual* 26(1): 329–360.
- Galiani, S., P. Gertler, y R. Bando (2014). "Non-contributory Pensions." IDB Working Paper 517, Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- Greenwood, J., Z. Hercowitz, y G. Huffman (1988). "Investment, Capacity Utilization, and the Real Business Cycle." *American Economic Review* 78(3): 402–417.
- Kugler, A., y M. Kugler (2009). "Labor Market Effects of Payroll Taxes in Developing Countries: Evidence from Colombia." *Economic Development and Cultural Change*, 57(2), 335–358.
- Landerretche, O., y C. Martínez (2011). "Voluntary Savings, Financial Behavior, and Pension Finance Literacy: Evidence from Chile." *Journal of Pension Economics and Finance* 12(3): 251–297.
- Madeira, C. (2015). "Identification of Earnings Dynamics Using Rotating Samples Over Short Periods: The Case of Chile." *Documentos de Trabajo No. 754*, Banco Central de Chile.
- Madeira, C. (2016). "Explaining the Cyclical Volatility of Consumer Debt Risk." *Documentos de Trabajo No. 772*, Banco Central de Chile.
- Morandé, F. (1998). "Savings in Chile. What Went Right?" *Journal of Development Economics*, 57(1), 201–228.
- OCDE (2016). *Pensions Outlook*.
- OCDE. *Pensions at a Glance* (2011; 2013; 2015)
- Orsi, R., D. Raggi, y F. Turino (2014). "Size, trend, and policy implications of the underground economy." *Review of Economic Dynamics* 17(3): 417–436.
- Samuelson, P. A. (1958). "An Exact Consumption-Loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money." *Journal of Political Economy* 66(6): 467–482.
- Sommacal, A. (2006). "Pension systems and intragenenerational redistribution when labor supply is endogenous." *Oxford Economic Papers* 58(3): 379–406.
- Valdés-Prieto, S. (2002). *Políticas y Mercados de Pensiones*. Santiago de Chile, Ediciones Universidad Católica de Chile.

Apéndice A

Detalles del Modelo de Equilibrio General

Este anexo contiene los detalles del modelo estructural de equilibrio general de generaciones traslapadas (OLG, por sus siglas en inglés) utilizado para el análisis cuantitativo presentado en el texto principal del presente informe. Se incluyen las derivaciones matemáticas de las ecuaciones que describen los problemas enfrentados por los distintos agentes y sus decisiones óptimas, así como las principales condiciones de equilibrio. Adicionalmente, se discute de forma detallada la calibración del modelo para la economía chilena.

1. Descripción del modelo

El modelo se basa en los modelos de crecimiento neoclásico con generaciones traslapadas siguiendo los estudios de Samuelson (1958) y Diamond (1965). Para capturar los aspectos relevantes al caso de Chile, se agregan algunas extensiones a un modelo estándar de este tipo con capital y tres generaciones traslapadas. Dichas extensiones incluyen, primero, oferta de trabajo endógena con productividades e ingresos heterogéneos siguiendo a Brunner (1996) y Sommacal (2006), entre otros, para permitir una distribución asimétrica del ingreso económico de los agentes. Segundo, tasas de descuento heterogéneas decrecientes en el ingreso que permiten replicar las tasas de ahorro de los agentes observadas en la realidad. Tercero, un sector productivo informal basado en los trabajos de Busato y Chiarini (2004), Busato et al. (2012) y Orsi et al. (2014), con el fin de capturar variaciones en el margen extensivo de la oferta de trabajo entre el sector formal y el informal (lo que captura posibles situaciones de desempleo con autoprovisión de bienes o también empleo de cuenta propia fuera del sistema de seguridad social). Cuarto, una política de seguridad social que captura de manera simplificada el sistema actual de pensiones en Chile basado en cuentas de capitalización individual de los trabajadores, donde se agregan además diferentes alternativas de reformas basadas en contribuciones de los empleadores. Quinto, internalización imperfecta de los beneficios de pensiones para capturar fricciones financieras y/o informacionales que pueden enfrentar los distintos grupos de ingreso. Sexto, se considera una economía financieramente abierta, donde extranjeros pueden ser dueños de parte del capital, doméstico, y ahorrantes nacionales pueden invertir en el exterior. Por último, se agregan algunas extensiones menores que se describen, junto con las anteriores, a continuación.

1.1. Supuestos generales

Los agentes tienen previsión perfecta y viven durante tres periodos. La duración de un periodo es T años. Hay tres generaciones en cada periodo, “jóvenes” (y), “adultos” (m) y

“mayores” (o).²⁰ La generación que nace en el periodo t es joven en t , adulto en $t + 1$ y mayor en $t + 2$. Los individuos trabajan cuando son jóvenes y adultos, y se retiran cuando son mayores. Los jóvenes y los adultos gastan su ingreso laboral en consumo y ahorros (a través de contribuciones previsionales forzosas y ahorro voluntario). Los ahorros acumulados financian el consumo de los individuos mayores. El ahorro agregado se transforma en capital físico que se arrienda a firmas perfectamente competitivas en el sector formal. Los trabajadores también pueden elegir trabajar en el sector informal (que se modela como producción en el hogar sin capital). Los trabajadores tienen habilidades heterogéneas en ambos sectores denominadas por el índice $i = 1, \dots, n_l$ desde menos productivo ($i = 1$) a más productivo ($i = n_l$). La población total de trabajadores jóvenes N_t crece a una tasa constante n , i.e., $N_t = N_{t-1}(1 + n)$, y las proporciones de los grupos de habilidades son constantes. En particular, en el periodo t hay $N_{i,t} = \lambda_i N_t$ trabajadores en el grupo i con $\lambda_i \in (0,1]$ y $\sum_{i=1}^{n_l} \lambda_i = 1$.

1.2. Firms del sector formal

Se considera una firma representativa que demanda capital (K_t) y trabajo (L_t) para producir un bien homogéneo utilizado para consumo e inversión. La función de producción de la firma representativa está dada por

$$(1) \quad Y_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}$$

con $\alpha \in (0,1)$, y donde A_t denota el nivel de tecnología que crece a una tasa constante g , i.e., $A_t = A_{t-1}(1 + g)$. El insumo de trabajo está especificado de la siguiente manera:

$$(2) \quad L_t = \left(\sum_{i=1}^{n_l} a_i L_{i,t}^\rho \right)^{1/\rho}$$

donde $L_{i,t}$ es la demanda de trabajadores del grupo de habilidades i , los parámetros $a_i > 0$ con $a_{n_l} \geq a_{n_l-1} \geq \dots \geq a_1$ miden las productividades de los distintos tipos de habilidades, y el parámetro $\rho \leq 1$ determina la elasticidad de sustitución entre los tipos de habilidades, que es igual a $1/(1 - \rho)$. Es decir, cuando $\rho = 1$, los distintos tipos de habilidades son sustitutos perfectos, y cuando $\rho \rightarrow \infty$, los distintos tipos son complementos perfectos. Adicionalmente, se permiten diferencias de productividad entre trabajadores con distintas edades suponiendo que

$$(3) \quad L_{i,t} = e L_{i,t}^y + L_{i,t}^m$$

donde el parámetro $e \leq 1$ mide la productividad relativa de los trabajadores jóvenes con respecto a los adultos (constante entre distintos tipos de habilidades). Cuando $e = 1$, no hay diferencias de productividad entre trabajadores jóvenes y adultos, y en consecuencia sus

²⁰ Por sus denominaciones en inglés, “young”, “middle-aged” y “old”.

salarios son iguales. Pero cuando $e < 1$, los adultos ganarán mayores salarios que los jóvenes debido a que la productividad de los adultos es relativamente mayor.

La firma representativa maximiza sus ganancias

$$(4) \quad \Pi_t = Y_t - r_t^k K_t - (1 + \tau^F) \sum_{i=1}^{n_l} (W_{i,t}^y L_{i,t}^y + W_{i,t}^m L_{i,t}^m)$$

sujeto a (1), (2) y (3), tomando la tasa de arriendo del capital r_t^k y los salarios específicos para cada grupo de habilidad y edad, $W_{i,t}^y$ y $W_{i,t}^m$, como dados. El parámetro $\tau^F \in [0,1]$ denota un impuesto a la planilla de trabajadores de las firmas que se explica en la próxima sección. Las condiciones de optimalidad de primer orden están dadas por las siguientes expresiones:

$$(5) \quad \partial \Pi_t / \partial K_t: r_t^k = \alpha \frac{Y_t}{K_t}$$

$$(6) \quad \partial \Pi_t / \partial L_{i,t}^m: W_{i,t}^m = a_i W_t \left(\frac{L_t}{L_{i,t}} \right)^{1-\rho}$$

$$(7) \quad \partial \Pi_t / \partial L_{i,t}^y: W_{i,t}^y = e W_{i,t}^m$$

donde $W_t = [(1 - \alpha)/(1 + \tau^F)](Y_t/L_t)$. La ecuación (5) muestra que, en el óptimo, el capital se arrienda a su retorno marginal como es estándar, mientras que las ecuaciones (6) y (7) igualan los salarios de cada grupo de habilidad y edad con sus respectivos retornos marginales. En particular, los salarios aumentan con las productividades específicas de cada grupo de habilidad (a_i) y el grado de complementariedad entre los distintos grupos de habilidades (determinado por ρ), los salarios de los jóvenes aumentan con la productividad relativa de su grupo de edad (e), y todos los salarios disminuyen con la tasa de impuesto τ^F .

1.3. Sistema de seguridad social

Se supone un sistema de seguridad social con dos componentes. El *primer componente* es financiado por los empleados a través de un impuesto laboral a una tasa constante $\tau^W \in [0,1]$, que se recauda de cada cohorte de individuos durante su vida laboral, i.e., cuando son jóvenes y adultos en los periodos t y $t + 1$ (y solo si trabajan en el sector formal). Los fondos recaudados se invierten de un periodo al otro y, en el periodo $t + 2$, se pagan con los intereses acumulados a los mismos individuos cuando son mayores. Por tanto, este componente refleja, de manera simplificada, un sistema de cuentas de capitalización individual obligatorias.²¹

Matemáticamente, denótese los ahorros en el fondo de pensiones basado en las contribuciones de los trabajadores como $S_t^{PW,y} = \sum_{i=1}^{n_l} S_{i,t}^{PW,y}$ y $S_t^{PW,m} = \sum_{i=1}^{n_l} S_{i,t}^{PW,m}$, donde $S_{i,t}^{PW,y} = \tau^W W_{i,t}^y L_{i,t}^y$ y $S_{i,t}^{PW,m} = \tau^W W_{i,t}^m L_{i,t}^m$ denotan el ahorro en la cuenta individual obligatoria de los trabajadores jóvenes y mayores, respectivamente, del grupo de habilidad i .

²¹ Las cuentas voluntarias se describen en la próxima sección.

Luego, el componente del pago agregado de pensiones en $t + 2$ financiado por los empleados es

$$(8) \quad P_{t+2}^W = R_{t+2}(S_{t+1}^{PW,m} + R_{t+1}S_t^{PW,y})$$

donde $R_t = 1 + (1 - \gamma)(r_t^k - \delta) + \gamma r^*$ denota el retorno bruto del ahorro. Aquí, se introduce la posibilidad de que una fracción $\gamma \in [0,1]$ de los ahorros se invierta en el exterior a una tasa de interés neta fija r^* , mientras que el resto se invierte en capital doméstico con retorno neto $r_t^k - \delta$, donde el parámetro $\delta \in [0,1]$ denota la tasa de depreciación del capital.

La pensión individual del primer componente de las pensiones satisface

$$(9) \quad P_{i,t+2}^W = R_{t+2}(S_{i,t+1}^{PW,m} + R_{t+1}S_{i,t}^{PW,y})$$

El *segundo componente* del sistema de seguridad social se basa en contribuciones de los empleadores. En particular, los impuestos laborales recaudados de las firmas a la tasa τ^F se usan para financiar este componente de acuerdo a cuatro esquemas alternativos. El modelo permite los cuatro casos utilizando parámetros μ_j , $j = 1, \dots, 4$, tomando valores 0 o 1 y con $\sum_{j=1}^4 \mu_j = 1$, para activar los esquemas respectivos:

- El primer esquema ($\mu_1 = 1$) trata las contribuciones previsionales de las firmas de la misma manera como las contribuciones de los trabajadores. Bajo este esquema, se supone que todos los retirados de todos los grupos de habilidades reciben el beneficio.
- El segundo esquema ($\mu_2 = 1$) supone una regla de adjudicación de los fondos acumulados de cada generación basado en puntos que se otorgan condicional en cotizaciones previsionales, tal como se explica en el Apéndice D del Infome.
- El tercer esquema ($\mu_3 = 1$) difiere del segundo caso en que se paga una pensión solidaria no condicional, donde los fondos acumulados se distribuyen a los pensionados de los grupos de ingreso $i < \bar{i}$, mientras que los grupos mayor o igual a \bar{i} no tienen derecho al beneficio. Adicionalmente, bajo este esquema, el beneficio que reciben los trabajadores del grupo i es decreciente en su pensión autofinanciada, $P_{i,t}^W$. Por tanto, la distribución de los fondos recaudados en este caso es similar al pilar solidario actual en Chile.
- El cuarto esquema ($\mu_4 = 1$) supone que las contribuciones de las firmas se repartan a los retirados del mismo periodo en el que se recaudan. Bajo este esquema, se promete una tasa de reemplazo constante para todos los pensionados (ver Apéndice D).

Por tanto, el primer esquema (denominado “Capitalización Individual”) es una extensión del sistema de capitalización actual en Chile, el segundo y el tercer esquema (respectivamente “Ahorro Intrageneracional Condicional” y “Ahorro Intrageneracional No Condicional”) son

de ahorro colectivo con redistribución intrageneracional pero no intergeneracional, y el cuarto esquema (“Reparto”) es de reparto con redistribución intergeneracional de ingreso.

Matemáticamente, denótense los ahorros en el fondo de pensiones basado en las contribuciones de las firmas como $S_t^{PF,y} = \sum_{i=1}^{n_l} S_{i,t}^{PF,y}$ y $S_t^{PF,m} = \sum_{i=1}^{n_l} S_{i,t}^{PF,m}$, donde $S_{i,t}^{PF,y} = \tau^F W_{i,t}^y L_{i,t}^y$ y $S_{i,t+1}^{PF,m} = \tau^F W_{i,t+1}^m L_{i,t+1}^m$ denotan las contribuciones de seguridad social de las firmas recaudadas de la relación laboral con los individuos del tipo i de los dos grupos de edad respectivos. Luego, el componente del pago agregado de pensiones en $t + 2$ financiado por los empleadores es

$$(10) \quad P_{t+2}^F = (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3)R_{t+2}(S_{t+1}^{PF,m} + R_{t+1}S_t^{PF,y}) + \mu_4(S_{t+2}^{PF,m} + S_{t+2}^{PF,y})$$

La pensión individual del segundo componente de las pensiones satisface

$$(11) \quad P_{i,t+2}^F = \mu_1 R_{t+2}(S_{i,t+1}^{PF,m} + R_{t+1}S_{i,t}^{PF,y}) \\ + (\mu_2 \sigma_{i,t+2} + \mu_5 \eta_{i,t+2})P_{t+2}^F + \mu_3 \max\left(0, P_{t+2}^{BS} - \frac{1}{3}P_{i,t+2}^W\right) 1_{i < \bar{i}}$$

donde $1_{i < \bar{i}}$ es una función indicador que toma el valor 1 cuando $i < \bar{i}$ y 0 cuando $i \geq \bar{i}$, y P_{t+2}^{BS} denota una pensión básica solidaria (per cápita) que se define de la siguiente manera:

$$(12) \quad P_{t+2}^{BS} = \left(P_{t+2}^F + \frac{1}{3} \sum_{i=1}^{\bar{i}-1} P_{i,t+2}^W N_{i,t}\right) \frac{1}{\sum_{i=1}^{\bar{i}-1} N_{i,t}}$$

que juega un rol solamente bajo el tercer esquema, i.e., cuando $\mu_3 = 1$. Adicionalmente, en este caso, la ecuación (12) implica que se gastan todos los fondos recaudados de las firmas.²²

Para el segundo esquema, i.e., cuando $\mu_2 = 1$, se define

$$(13) \quad \sigma_{i,t+2} = \frac{pts_{i,t+2}}{PTS_{t+2}}$$

como la fracción de los fondos del componente de pensiones financiado por los empleadores, P_{t+2}^F , la que recibe cada trabajador del grupo de habilidad i , donde $PTS_{t+2} = \sum_{i=1}^{n_l} pts_{i,t+2} N_{i,t}$ son los puntos agregados bajo este esquema. Se supone que los puntos individuales $pts_{i,t+2}$ se asignan de acuerdo a la siguiente regla (actuarialmente justa) que los agentes conocen e internalizarían en sus decisiones:

²² Siguiendo a la lógica del pilar solidario actual en Chile, bajo el esquema definido por $\mu_3 = 1$, se supone que aquellos individuos cuya pensión autofinanciada $P_{i,t+2}^W$ está por debajo de algún límite $P_{i,t+2}^{MAS}$ (i.e., la Pensión Máxima con Aporte Solidario) tienen derecho a una pensión solidaria $P_{i,t+2}^F$ de acuerdo a la fórmula $P_{i,t+2}^F = \max\{0, (P_{i,t+2}^{MAS} - P_{i,t+2}^W)P_{t+2}^{BS}/P_{t+2}^{MAS}\}$ donde P_{t+2}^{BS} denota la pensión máxima (i.e., la Pensión Básica Solidaria) que un individuo puede recibir bajo este pilar cuando $P_{i,t+2}^W = 0$. Para simplificar la implementación de estos casos, se supone que se mantiene el ratio $P_{t+2}^{BS}/P_{t+2}^{MAS} = 1/3$. Finalmente, para que se gasten todos los fondos recaudados, se agrega el segundo término en paréntesis en la ecuación (12).

$$\begin{aligned}
(14) \quad pts_{i,t+2} &= R_{t+2}(pts_{i,t+1}^m + R_{t+1}pts_{i,t}^y) \\
&= R_{t+2} \left\{ \alpha_0 + l_{i,t+1}^m \left(\frac{W_{i,t+1}^m}{\bar{W}_{t+1}^m} \right)^{\alpha_1} + R_{t+1} \left[\alpha_0 + l_{i,t}^y \left(\frac{W_{i,t}^y}{\bar{W}_t^y} \right)^{\alpha_1} \right] \right\}
\end{aligned}$$

donde los parámetros $\alpha_0 \geq 0$ y $\alpha_1 \in \mathbb{R}$ controlan el grado de redistribución de la regla y donde $\bar{W}_t^y = (1/N_t) \sum_{i=1}^{n_l} W_{i,t}^y N_{i,t}$ y $\bar{W}_{t+1}^m = (1/N_t) \sum_{i=1}^{n_l} W_{i,t+1}^m N_{i,t}$ denotan los salarios promedios de los dos grupos de edad respectivos.²³ Para el cuarto esquema, i.e., cuando $\mu_4 = 1$, se definen la variable $\eta_{i,t+2}$ y la variable x_{t+2} , una tasa de reemplazo, como la solución al siguiente sistema de ecuaciones:

$$(15) \quad \frac{\eta_{i,t+2} P_{t+2}^F}{R_{t+2} W_{i,t+1}^m l_{i,t+1}^m} = x_{t+2} \quad \forall i$$

$$(16) \quad \sum_{i=1}^{n_l} \eta_{i,t+2} N_{i,t} = 1$$

El set de ecuaciones (15) implica que el componente de pensiones financiado a través de las contribuciones de los empleadores, P_{t+2}^F , se distribuye de tal modo que todos los individuos obtengan la misma tasa de reemplazo sobre su ingreso laboral (formal) correspondiente al último periodo de su vida laboral activo. La ecuación (16) garantiza que se gasten todos los fondos recaudados. La solución al sistema de ecuaciones (15)-(16) está dada por

$$(17) \quad \eta_{i,t+2} = \frac{R_{t+2} W_{i,t+1}^m l_{i,t+1}^m}{W L_{t+1}^m}$$

$$(18) \quad x_{t+2} = \frac{P_{t+2}^F}{W L_{t+1}^m}$$

$$\text{donde } W L_{t+1}^m = R_{t+2} \sum_{i=1}^{n_l} W_{i,t+1}^m N_{i,t}.^{24}$$

Las pensiones totales e individuales pagadas en cada periodo satisfacen, respectivamente:

$$(19) \quad P_t = P_t^W + P_t^F$$

$$(20) \quad P_{i,t} = P_{i,t}^W + P_{i,t}^F$$

²³ Se puede mostrar que en el caso especial cuando $e = 1$ y $g = 0$, lo que implica que $W_{i,t}^y/A_t = W_{i,t}^m/A_{t-1}$, el esquema definido por $\mu_2 = 1$ y con parámetros $\alpha_0 = 0$ y $\alpha_1 = 1$ es equivalente al esquema definido por $\mu_1 = 1$, i.e., el de capitalización individual, puesto que en este caso especial se tiene que $\sigma_{i,t+2} P_{t+2}^F = R_{t+2}(S_{i,t+1}^{PF,m} + R_{t+1} S_{i,t}^{PF,y})$. En otro caso (i.e., cuando $e < 1$ y/o $g > 0$), los dos esquemas son aproximadamente equivalentes bajo la parametrización $\alpha_0 = 0$ y $\alpha_1 = 1$ de la regla (14).

²⁴ Dependiendo de cómo se calcula la tasa de reemplazo, R_{t+2} se podría eliminar de las ecuaciones (15) y (17) y la definición de $W L_{t+1}^m$. La presencia de R_{t+2} expresa el ingreso en términos del valor presente del periodo en el que se pagan las pensiones.

Adicionalmente, el ahorro público (en el fondo de pensiones) está dado por

$$(21) \quad S_t^P = S_t^{PW,m} + R_t S_{t-1}^{PW,y} + (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3)(S_t^{PF,m} + R_t S_{t-1}^{PF,y} + S_t^{PF,y})$$

Bajo el esquema definido por $\mu_4 = 1$, los fondos recaudados de las firmas no se invierten sino se usan para pagar pensiones dentro del mismo periodo. Luego, la restricción de presupuesto simplificada del fondo de pensiones en el periodo t está dada por

$$(22) \quad P_t + S_t^P = R_t S_{t-1}^P + \underbrace{S_t^{PW,m} + S_t^{PW,y} + S_t^{PF,m} + S_t^{PF,y}}_{\text{Impuestos recaudados}}$$

1.4. Trabajadores del grupo i

La utilidad de cada trabajador es una función del consumo cuando joven, $C_{i,t}^y$, cuando adulto, $C_{i,t+1}^m$, y cuando mayor, $C_{i,t+2}^o$, así como el trabajo (en horas) suministrado en el sector formal cuando joven y adulto, $l_{i,t}^y$ y $l_{i,t+1}^m$ respectivamente, y el trabajo dedicado a producción en el hogar, $h_{i,t}^y$ y $h_{i,t+1}^m$:

$$(23) \quad U_{i,t} = \frac{(C_{i,t}^y)^{1-\theta}}{1-\theta} + \beta_i \frac{(C_{i,t+1}^m)^{1-\theta}}{1-\theta} + \beta_i^2 \frac{(C_{i,t+2}^o)^{1-\theta}}{1-\theta} \\ - \theta_{i,t}^y \frac{(l_{i,t}^y + h_{i,t}^y)^\phi + \kappa (h_{i,t}^y)^\phi}{1-\phi} - \beta_i \theta_{i,t+1}^m \frac{(l_{i,t+1}^m + h_{i,t+1}^m)^\phi + \kappa (h_{i,t+1}^m)^\phi}{\phi}$$

donde $\theta > 0$ denota la inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal, $\phi \geq 0$ determina la elasticidad de la oferta de trabajo que es igual a $1/(\phi - 1)$, $\beta_i \in (0,1)$ es el factor de descuento subjetivo de cada tipo de trabajadores, y $\kappa > 0$ es un costo específico del trabajo informal.²⁵ Los factores de descuento heterogéneos permitirán calibrar tasas de ahorro promedias específicas para distintos grupos de ingreso. El costo específico del trabajo informal permitirá introducir diferencias entre los retornos del trabajo informal y el formal en equilibrio. La variable $\theta_{i,t}^j$ es un desplazador de preferencias endógeno basado en Galí et al. (2012) que los trabajadores toman como dado y que satisface

$$(24) \quad \theta_{i,t}^y = \chi A_t^{1-\theta} \left[(C_{i,t}^y / A_t)^{-\theta} \right]^v$$

$$(25) \quad \theta_{i,t+1}^m = \chi A_t^{1-\theta} \left[(C_{i,t+1}^m / A_t)^{-\theta} \right]^v$$

con $\chi > 0$ y $v \in \{0,1\}$. El propósito de este desplazador de preferencias es permitir un efecto de riqueza nulo en la oferta de trabajo. En particular, cuando $v = 0$, se obtiene $\theta_{i,t}^j = 1$ y por tanto la especificación de preferencias estándar con una tasa constante de aversión relativa al

²⁵ Este costo específico se puede motivar por la falta de seguro social y de salud, o inseguridad de empleo.

riesgo (CRRA, por sus siglas en inglés), mientras que no hay efecto de riqueza cuando $v = 1$.²⁶

La producción en el hogar está determinada por una función de producción lineal en el trabajo como único insumo y productividades laborales $A_t e b_i a_i$ para los trabajadores jóvenes y $A_{t+1} b_i a_i$ para los trabajadores adultos, con $b_i \geq 0$ y $b_{n_l} \geq b_{n_l-1} \geq \dots \geq b_1$. Estos parámetros permiten introducir diferencias similares de productividad entre distintos grupos de habilidades en el sector informal como en el sector formal y un diferencial arbitrario con respecto a las productividades a_i en el sector formal. Adicionalmente, a través de la presencia de las variables A_t y A_{t+1} se asume que el crecimiento la productividad laboral en el sector informal es idéntico al sector formal, y a través de la presencia del parámetro $e \leq 1$ se permiten diferencias de productividad entre trabajadores jóvenes y adultos análogo al caso del sector formal.

Denotando como $S_{i,t}^y$ y $S_{i,t+1}^m$ respectivamente los niveles de ahorro voluntarios de los jóvenes y los adultos, las restricciones de presupuesto para los periodos t , $t + 1$ y $t + 2$ están dadas por.²⁷

$$(26) \quad C_{i,t}^y = (1 - \tau^W) W_{i,t}^y l_{i,t}^y + A_t e b_i a_i h_{i,t}^y - S_{i,t}^y$$

$$(27) \quad C_{i,t+1}^m = (1 - \tau^W) W_{i,t+1}^m l_{i,t+1}^m + A_{t+1} e b_i a_i h_{i,t+1}^m + R_{t+1} S_{i,t}^y - S_{i,t+1}^m$$

$$(28) \quad C_{i,t+2}^o = R_{t+2} S_{i,t+1}^m + P_{i,t+2}$$

Las ecuaciones anteriores se pueden combinar en la restricción de presupuesto intertemporal percibida:

$$(29) \quad \underbrace{C_{i,t}^y + \frac{C_{i,t+1}^m}{R_{t+1}} + \frac{C_{i,t+2}^o}{R_{t+1}R_{t+2}}}_{\text{Valor presente del consumo}}$$

$$= \underbrace{(1 - \tau^W) \left(W_{i,t}^y l_{i,t}^y + \frac{W_{i,t+1}^m l_{i,t+1}^m}{R_{t+1}} \right) + A_t e b_i a_i h_{i,t}^y + \frac{A_{t+1} e b_i a_i h_{i,t+1}^m}{R_{t+1}} + \varphi_i \frac{P_{i,t+2}}{R_{t+1}R_{t+2}}}_{\text{Valor presente del ingreso}}$$

Aquí, se incluye la posibilidad de que existan *fricciones* que hacen que los agentes no internalicen perfectamente los beneficios de pensiones en sus decisiones. En particular, se introduce el parámetro $\varphi_i \in [0,1]$ que controla la fracción del valor presente de las pensiones

²⁶ En cada caso, se supone que la desutilidad de trabajo crece con el factor $A_t^{1-\theta}$ para que el modelo tenga una senda de crecimiento balanceada.

²⁷ La ecuación (28) incorpora el supuesto de que los individuos tienen horizontes finitos y consecuentemente deciden terminar su vida con cero activos (i.e., no hacen legados a sus descendientes).

futuras, $P_{i,t+2}/(R_{t+1}R_{t+2})$, que los agentes internalizan en sus decisiones de consumo, ahorro y trabajo. Esta es una manera simple y estilizada de capturar dos tipos de fricciones financieras y/o informacionales. Por un lado, φ_i podría reflejar límites al endeudamiento de los agentes, tal que solamente una fracción de las pensiones futuras se pueda utilizar como colateral para pedir préstamos durante la vida laboral. Por otro lado, φ_i podría capturar desconocimiento por parte de los agentes del sistema de pensiones, tal que las cotizaciones se perciban hasta cierto grado como un impuesto sin beneficio asociado. El efecto práctico de esta especificación es generar sustitución incompleta de ahorro forzoso versus voluntario por parte de los agentes que tienen $\varphi_i < 1$.

Los agentes enfrentan el problema de maximizar (23) sujeto a (29), tomando $\theta_{i,t}^y$, $\theta_{i,t+1}^m$, $W_{i,t}^y$, $W_{i,t+1}^m$, P_{t+2}^{BS} , \bar{W}_t^y , \bar{W}_{t+1}^m , PTS_{t+2} , WL_{t+1}^m , P_{t+2}^F , R_{t+1} y R_{t+2} como dados.²⁸ Las condiciones de optimalidad de primer orden están dadas por las siguientes expresiones. Primero, se obtienen las ecuaciones de oferta de trabajo en el sector formal, i.e., $l_{i,t}^y$ y $l_{i,t+1}^m$ respectivamente:

$$(30) \quad \theta_{i,t}^y (l_{i,t}^y + h_{i,t}^y)^{\phi-1} = (C_{i,t}^y)^{-\theta} \tilde{W}_{i,t}^y$$

$$(31) \quad \theta_{i,t+1}^m (l_{i,t+1}^m + h_{i,t+1}^m)^{\phi-1} = (C_{i,t+1}^m)^{-\theta} \tilde{W}_{i,t+1}^m$$

donde se definen los salarios netos

$$(32) \quad \tilde{W}_{i,t}^y = W_{i,t}^y \left\{ 1 - (1 - \varphi_i) \tau^W + \varphi_i \left[\mu_1 \tau^F + \mu_2 \frac{(W_{i,t}^y)^{\alpha_1-1}}{(\bar{W}_t^y)^{\alpha_1}} \frac{P_{t+2}^F}{PTS_{t+2}} - \mu_3 \frac{1}{3} \tau^W \right] \right\}$$

$$(33) \quad \tilde{W}_{i,t+1}^m = W_{i,t+1}^m \left\{ 1 - (1 - \varphi_i) \tau^W + \varphi_i \left[\mu_1 \tau^F + \mu_2 \frac{(W_{i,t+1}^m)^{\alpha_1-1}}{(\bar{W}_{t+1}^m)^{\alpha_1}} \frac{P_{t+2}^F}{PTS_{t+2}} - \mu_3 \frac{1}{3} \tau^W + \mu_4 \frac{P_{t+2}^F}{WL_{t+1}^m} \right] \right\}$$

Las ecuaciones anteriores muestran que, en el óptimo, los trabajadores suministran horas de trabajo a las firmas hasta que la desutilidad marginal del trabajo (lado izquierdo de las ecuaciones) iguale el beneficio marginal neto percibido (lado derecho de las ecuaciones) bajo los distintos esquemas de pensiones. Segundo, las ecuaciones de oferta de trabajo en el sector informal, $h_{i,t}^y$ y $h_{i,t+1}^m$ respectivamente, están dadas por:

²⁸ Es decir, se hace el supuesto simplificador de que los agentes no internalizan los efectos de su esfuerzo laboral en los fondos agregados por distribuir a través del componente de pensiones financiado por los empleadores. Véase por ejemplo el estudio de Sommacal (2006) donde se hace un supuesto similar.

$$(34) \quad h_{i,t}^y = \begin{cases} \left[\frac{(C_{i,t}^y)^{-\theta}}{\theta_{i,t}^y} \left(\frac{A_t e b_i a_i - \tilde{W}_{i,t}^y}{\kappa} \right) \right]^{\frac{1}{\phi-1}} & \text{si } A_t e b_i a_i h_{i,t}^y > \tilde{W}_{i,t}^y \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$(35) \quad h_{i,t+1}^m = \begin{cases} \left[\frac{(C_{i,t+1}^m)^{-\theta}}{\theta_{i,t+1}^m} \left(\frac{A_{t+1} b_i a_i - \tilde{W}_{i,t+1}^m}{\kappa} \right) \right]^{\frac{1}{\phi-1}} & \text{si } A_{t+1} e b_i a_i h_{i,t+1}^m > \tilde{W}_{i,t+1}^m \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Es decir, en el óptimo, los trabajadores dedican horas de trabajo a la autoprovisión de bienes solo si el ingreso de esta actividad excede el ingreso percibido que se podría obtener si estas horas se dedicaran a su vez al trabajo en el sector formal (y si se trabaja en el sector informal, el costo de desutilidad es igual al beneficio marginal). Tercero y último, se obtienen las siguientes ecuaciones de consumo para $c_{i,t}^y$ y $c_{i,t+1}^m$ respectivamente:

$$(36) \quad C_{i,t}^y = \frac{(1-\tau^W) \left(W_{i,t}^y l_{i,t}^y + \frac{W_{i,t+1}^m l_{i,t+1}^m}{R_{t+1}} \right) + A_t e b_i a_i h_{i,t}^y + \frac{A_{t+1} e b_i a_i h_{i,t+1}^m}{R_{t+1}} + \varphi_i \frac{P_{i,t+2}}{R_{t+1} R_{t+2}}}{1 + \beta_i^{1/\theta} R_{t+1}^{(1-\theta)/\theta} + \beta_i^{2/\theta} (R_{t+1} R_{t+2})^{(1-\theta)/\theta}}$$

$$(37) \quad C_{i,t+1}^m = \frac{R_{t+1} S_{i,t}^y + (1-\tau^W) W_{i,t+1}^m l_{i,t+1}^m + A_{t+1} b_i a_i h_{i,t+1}^m + \varphi_i \frac{P_{i,t+2}}{R_{t+2}}}{1 + \beta_i^{1/\theta} R_{t+2}^{(1-\theta)/\theta}}$$

El consumo óptimo $C_{i,t+2}^o$ está determinado por la ecuación (28). Por tanto, los trabajadores jóvenes y adultos consumen una fracción del valor presente percibido (el que disminuye con la fricción determinada por φ_i) de su ingreso total, ahorrando el resto. Luego, cuando son mayores los individuos consumen sus ahorros acumulados más la (posible) transferencia del gobierno.

1.5. Equilibrio agregado

En equilibrio, la oferta de trabajo de cada cohorte de edad es igual a la demanda de trabajo:²⁹

$$(38) \quad l_{i,t}^y N_{i,t} = L_{i,t}^y$$

$$(39) \quad l_{i,t}^m N_{i,t-1} = L_{i,t}^m$$

para $i = 1, \dots, n_l$. El ahorro privado voluntario agregado satisface

$$(40) \quad S_t = S_t^y + S_t^m$$

²⁹ Recuerde que $N_{i,t}$ individuos jóvenes nacen en periodo t , y en este periodo hay $N_{i,t-1}$ individuos adultos y $N_{i,t-2}$ individuos mayores de las cohortes anteriores.

donde $S_t^y = \sum_{i=1}^{n_l} S_{i,t}^y N_{i,t}$ y $S_t^m = \sum_{i=1}^{n_l} S_{i,t}^m N_{i,t-1}$, mientras que el ahorro público S_t^P está dado por la ecuación (21). Una fracción $1 - \gamma$ del ahorro total, $S_t^T = S_t + S_t^P$, se invierte en capital para transferirlo al periodo siguiente:

$$(41) \quad K_{t+1} = (1 - \gamma)S_t^T + \gamma^*$$

Aquí, se permite además la posibilidad de que los agentes extranjeros sean dueños de algún monto exógeno $\gamma_t^* = \gamma^* A_t N_t$ del stock de capital doméstico, donde $\gamma^* \geq 0$.³⁰ Esto, junto con el supuesto de que una parte de los ahorros domésticos se destinan al exterior, es una manera simple y estilizada de modelar apertura financiera de una economía pequeña como Chile.³¹ Finalmente, el consumo agregado en el periodo t se define por la siguiente relación:

$$(42) \quad C_t = C_t^y + C_t^m + C_t^o$$

donde $C_t^y = \sum_{i=1}^{n_l} C_{i,t}^y N_{i,t}$, $C_t^m = \sum_{i=1}^{n_l} C_{i,t}^m N_{i,t-1}$ y $C_t^o = \sum_{i=1}^{n_l} C_{i,t}^o N_{i,t-2}$ son los niveles agregados de consumo de las tres generaciones traslapadas.

Esto cierra la descripción del modelo. El modelo se resuelve utilizando métodos numéricos.

2. Calibración

El modelo se calibra para replicar varios estadísticos para Chile. La Tabla A.1 contiene un resumen de la calibración base. La duración de un periodo, parámetro T , se fija en 20 años. De este modo, el modelo implica un tiempo de vida laboral activa de 40 años y un tiempo de jubilación de 20 años. Se suponen $n_l = 5$ grupos de habilidades que representan los quintiles de ingreso. Las tasas de descuento subjetivas de los distintos grupos de habilidad, parámetros $\beta_i^{-1/T} - 1$, $i = 1, \dots, n_l$, se calibran para replicar tasas de ahorro promedio para los quintiles de ingreso calculadas a partir de la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) del 2012, realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), y utilizando la metodología propuesta por Madeira (2015, 2016). Las tasas de ahorro resultantes son 9%, -0.1%, 4.2%, 8.2% y 17% para los quintiles 1 a 5 respectivamente, e implican una tasa de ahorro agregada (ponderada por ingreso) de 7.7%.³² La tasa de cotización individual, parámetro τ^W , se fija en 10% de acuerdo a la tasa de cotización previsional obligatoria del actual sistema de pensiones en Chile. La tasa de cotización de las firmas, parámetro τ^F , se fija en 0% en el estado estacionario inicial del modelo y se aumenta a 5% en las simulaciones. El parámetro que determina la desutilidad de trabajar, χ , se calibra para normalizar $L_1 = 1$ en el estado estacionario inicial.

³⁰ Se supone que γ_t^* crece con $A_t N_t$ para que se cumpla la condición de crecimiento balanceado.

³¹ Es posible mostrar que dicha modelación implica que el diferencial de tasas (tasa interna menos externa) es decreciente en el nivel de ahorro doméstico.

³² Esta cifra es levemente inferior a la tasa de ahorro agregada para Chile de entre 8.3% y 9.8% desde 2010 calculada por la OCDE (<https://data.oecd.org/hha/household-savings.htm>).

La tasa de crecimiento anual de la población, parámetro n , se fija en 0.5% y la tasa de crecimiento tecnológica (la que corresponde a la tasa de crecimiento del producto per cápita, salarios y otras variables per cápita del modelo), parámetro g , se fija en 2%, en línea con el escenario base de proyección de crecimiento tendencial promedio en Chile hasta 2050 presentado en Albagli et al. (2015) (utilizando un método de función de producción).³³ Siguiendo al mismo estudio de Albagli et al. (2015), la participación del trabajo en el producto, parámetro $1 - \alpha$, se fija en 52% lo que corresponde al promedio entre 2008-2013 del ratio entre los salarios pagados por el sector corporativo (financiero y no financiero) y el valor agregado de este sector (neto de impuestos), de acuerdo a la información proporcionada en las Cuentas Nacionales (CC.NN.) de Chile.³⁴ La tasa de depreciación del capital, parámetro δ , se fija en 4% por año. La calibración de los parámetros anteriores implica un ratio de capital a PIB de aproximadamente dos y medio en base anual, en línea con los datos de CC.NN.

El parámetro que determina el costo específico de desutilidad del trabajo en el hogar, κ , se fija en 324 siguiendo la estrategia de Orsi et al. (2014). Esta selección implica un tamaño de la economía informal como ratio del PIB oficial de aproximadamente un quinto, en línea con estimaciones recientes para Chile (Buehn y Schneider, 2016; Ceyhun y Schneider, 2016). El parámetro ν que determina el tamaño del efecto de riqueza en la oferta de trabajo se fija en 1. Esta selección favorece una clase de preferencias que implica un efecto de riqueza nulo sobre la oferta laboral, similar a las preferencias propuestas por Greenwood et al. (1988). En consecuencia, al analizar cambios en la oferta de trabajo, se enfatiza el rol de fluctuaciones en salarios en lugar de efectos de sustitución intertemporal, con una oferta de trabajo que tiene pendiente negativa en el salario.

Los parámetros de productividad en el sector formal, a_i , $i = 1, \dots, n_l$, se calibran para replicar la distribución de Ingreso del Trabajo por quintil (porcentaje del ingreso total que posee cada grupo de ingreso) reportada en la encuesta CASEN del 2015.³⁵ Los parámetros que determinan la eficiencia de la producción en el hogar, b_i , $i = 1, \dots, n_l$, se calibran para obtener una participación agregada en el sector informal de 28%, y participaciones de 57%, 18%, 18%, 17% y 14% para los quintiles 1 a 5 respectivamente. Estos estadísticos se calcularon utilizando la Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos (NESI) del 2012,³⁶ contando como trabajadores informales los asalariados sin contrato y cuentapropistas que trabajaban en el hogar o en la calle o vía pública de Octubre a Diciembre de 2012, y contando además los trabajadores con educación universitaria como formales. El parámetro ρ que

³³ Dicha estimación se basa en datos y estimaciones del Banco Central de Chile (BCCh), la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN), el INE y la OCDE.

³⁴ Fuente: BCCh.

³⁵ Los datos de la CASEN indican una participación en el ingreso total de 4.2%, 9.7%, 14.5%, 21.1% y 50.5% de los quintiles 1 a 5 respectivamente. Esta distribución de ingreso se replica normalizando $a_5 = 1$ y calibrando los demás a_i , $i < 5$, para mantener la proporcionalidad en los datos.

³⁶ Fuente: INE.

determina la elasticidad de sustitución entre habilidades se fija en 0.33 siguiendo a Sommacal (2006). Este valor implica una elasticidad de sustitución entre los distintos tipos de habilidades de 1.5, en línea con evidencia empírica para EE.UU. reportada en Ciccone y Peri (2005). Por falta de datos, el parámetro e (la productividad relativa de los trabajadores jóvenes con respecto a los adultos) se fija en 1. Esto significa que los trabajadores de distintos grupos de edad son sustitutos perfectos en la calibración base.

La fracción de ahorros domésticos invertidos en el exterior, parámetro γ , se fija en 40%. Esta cifra corresponde al valor de los activos extranjeros de las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP) como fracción de sus activos totales, de acuerdo a datos de la Superintendencia de Pensiones del Gobierno de Chile de Agosto 2016. La tasa de interés externa, parámetro r^* , se fija en 3% en base anual lo que corresponde a la tasa de retorno real global supuesta por la OCDE (2015). La fracción de inversión extranjera en Chile, parámetro γ^* , se fija en 145% del PIB en el estado estacionario inicial. Esta cifra corresponde a la posición de inversión bruta de entidades extranjeras en bancos, otras instituciones financieras, empresas no financieras y hogares chilenos expresada como ratio del PIB en 2014 según las CC.NN.

En cuanto a los parámetros que determinan las fricciones, se utilizarán dos calibraciones diferentes. La calibración base supone una fricción homogénea de $\varphi_i = 0.5$ para todo i , lo que implica un grado de sustitución incompleto de ahorro forzoso vs. voluntario de aproximadamente 0.5, en línea con evidencia internacional y para Chile (e.g., Attanasio y Brugiavini, 2003; Attanasio y Rohwedder, 2003; Botazzi et al. 2006; Morandé, 1998). Esta sustitución incompleta podría explicarse tanto por razones financieras (e.g., debido a límites al endeudamiento utilizando pensiones futuras como colateral) o informacionales (i.e., percepción parcial de contribuciones previsionales como impuestos). La calibración alternativa supone $\varphi_1 = 0.18$, $\varphi_2 = 0.32$, $\varphi_3 = 0.43$, $\varphi_4 = 0.45$ y $\varphi_5 = 0.50$, lo que corresponde al promedio simple del porcentaje de respuestas correctas por quintil de ingreso de un subconjunto de preguntas de la Encuesta de Protección Social (EPS) del 2009,³⁷ lo que deriva de la interpretación de la fricción determinada por φ_i como una informacional. Esta metodología sigue a Landerretche y Martínez (2011).

³⁷ Fuente: Centro de Encuestas y Estudios Longitudinales de la Pontificia Universidad Católica de Chile y Subsecretaría de Previsión Social del Gobierno de Chile.

Tabla A.1: Calibración base

Parámetro	Descripción	Valor	Fuente
T	Duración periodo	20 años	-
$\beta_i^{-1/T} - 1$	Tasa descuento anual	(Q1,Q2,Q3,Q4,Q5)= [0.05,0.05,0.05,0.04,0.03]	E. Presup. Familiares (2012)
τ^W	Tasa cotización trabajador	10%	-
τ^F	Tasa cotización empleador	0 \rightarrow 5%	-
χ_i	Desutilidad trabajo	Para que $l_1 = 1$ en est. Inicial	Normalización
n	Tasa crec. Población	0.5%	Albagli et al. (2015)
g	Crecimiento tecnológico	2%	Albagli et al. (2015)
θ	Inv. elasticidad intertemp. sust.	1	Literatura
ϕ	Inv. elasticidad oferta laboral	3	Literatura
α	Capital share	0.48	Albagli et al. (2015)
δ	Depreciación anual	4%	Literatura
κ	Costo trabajo en el hogar	324	Orsi et al. (2014)
φ_i	Fricción	(Q1, Q2, Q3, Q4, Q5) = [0.5,0.5,0.5,0.5,0.5]	Morandé (1998)
v	Preferencias alternativas	1	Greenwood et al. (1988)
ρ	Elasticidad sustitución trabajo	0.33	Ciccone & Peri (2014)
a_5	Prod. gr. 1 sector formal	1	Calibración replica quintiles de Ingreso del Trabajo – CASEN 2015: (Q1,Q2,Q3,Q4,Q5) = [4.2,9.7,14.5,21.1,50.5]
a_4	Prod. gr. 2 sector formal	0.33	
a_3	Prod. gr. 3 sector formal	0.22	
a_2	Prod. gr. 4 sector formal	0.15	
a_1	Prod. gr. 5 sector formal	0.003	
a_5b_5	Prod. gr. 1 sector informal	2.08	Calibración para obtener participación agregada en sector informal de 28%, y por quintiles de: (Q1,Q2,Q3,Q4,Q5) = [0.57,0.18,0.18,0.17,0.14]
a_4b_4	Prod. gr. 2 sector informal	1.35	
a_3b_3	Prod. gr. 3 sector informal	1.07	
a_2b_2	Prod. gr. 4 sector informal	0.84	
a_1b_1	Prod. gr. 5 sector informal	0.58	