

**Banco de México**  
**Documentos de Investigación**

**Banco de México**  
**Working Papers**

**N° 2007-06**

**El Acelerador Financiero desde la Perspectiva de  
Contabilidad de Ciclos Económicos**

**Arturo Antón Sarabia**  
Banco de México

Marzo 2007

La serie de Documentos de Investigación del Banco de México divulga resultados preliminares de trabajos de investigación económica realizados en el Banco de México con la finalidad de propiciar el intercambio y debate de ideas. El contenido de los Documentos de Investigación, así como las conclusiones que de ellos se derivan, son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las del Banco de México.

The Working Papers series of Banco de México disseminates preliminary results of economic research conducted at Banco de México in order to promote the exchange and debate of ideas. The views and conclusions presented in the Working Papers are exclusively the responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of Banco de México.

## El Acelarador Financiero desde la Perspectiva de Contabilidad de Ciclos Económicos\*

Arturo Antón Sarabia<sup>†</sup>  
Banco de México

### Resumen

En un artículo reciente, Gertler, Gilchrist y Natalucci (2006) encuentran que el mecanismo del acelerador financiero es capaz de explicar alrededor de la mitad de la caída en producción e inversión durante la crisis de Corea de 1997-1998. Al aplicar la metodología de contabilidad de ciclos económicos de Chari, Kehoe y McGrattan (2006a), el presente documento encuentra que dicho resultado es muy sensible al valor de la elasticidad de  $q$  de Tobin. Esto implica que la función de costos de ajuste puede ser crucial para entender la importancia relativa de las distintas distorsiones capaces de explicar los ciclos económicos.

**Palabras Clave:** Contabilidad de ciclos económicos, Acelarador financiero, Crisis de Corea.

### Abstract

In a recent paper, Gertler, Gilchrist and Natalucci (2006) report that the financial accelerator mechanism may account for about half of the fall in output and investment observed during the Korean crisis of 1997-1998. Using the business cycle accounting method of Chari, Kehoe and McGrattan (2006a), this paper finds that such a result is very sensitive to the value of Tobin's  $q$  elasticity. The implication is that the adjustment cost function may be crucial in terms of the relative importance of distortions for explaining business cycle fluctuations.

**Keywords:** Business cycle accounting, Financial accelerator, Korean crisis.

**JEL Classification:** E1, E32, F4.

---

\* Agradezco a Carlos Capistrán, Josué Cortés, Gabriel Cuadra y Emilio Fernandez-Corugedo por revisar cuidadosamente versiones previas del documento. Sus comentarios y sugerencias ayudaron a clarificar la exposición de manera significativa. Por supuesto, la responsabilidad del contenido es exclusivamente del autor. También agradezco los comentarios de los participantes en el seminario del Banco de México. Julio Pierre y sobre todo Oscar Contreras proporcionaron una asistencia de investigación excepcional. Los puntos de vista expresados corresponden al autor, los cuales no coinciden necesariamente con aquéllos del Banco de México.

<sup>†</sup> Dirección General de Investigación Económica. Email: arturo\_anton@banxico.org.mx.

# 1 Introducción

En años recientes, ha habido un interés creciente en tratar de comprender el mecanismo de transmisión de las crisis financieras a la economía real en modelos macroeconómicos dinámicos. Esta investigación ha sido motivada en gran medida por las crisis financieras registradas en los países en desarrollo durante los últimos veinticinco años. Un ejemplo de este tipo de crisis está dado por Corea a finales de los años noventa. La crisis se inició aproximadamente en octubre de 1997 cuando el estatus de riesgo soberano para Corea fue rebajado en un momento donde los bancos coreanos en el extranjero estaban expuestos a préstamos considerables denominados en moneda extranjera. Dada la masiva fuga de capitales, el banco central respondió incrementando la tasa de interés en más de mil puntos base para defender la paridad (fija) del tipo de cambio. Los efectos reales de la crisis se hicieron evidentes poco después. Por ejemplo, el PIB real ajustado por estacionalidad se redujo alrededor del 9 por ciento en el primer trimestre de 1998, mientras que la inversión y las horas trabajadas disminuyeron un 12 y 10 por ciento, respectivamente. Aunque el gasto del gobierno y las exportaciones se mantuvieron relativamente estables con respecto al trimestre anterior, las importaciones disminuyeron alrededor del 21 por ciento en el primer trimestre de 1998. Por lo tanto, la caída de las variables reales en Corea estuvo lejos de ser trivial.<sup>1</sup>

Para explicar la crisis de Corea de 1997-1998, Gertler, Gilchrist y Natalucci (2006, en adelante GGN) construyen un modelo relativamente estándar para una economía pequeña y abierta modificado para permitir fricciones financieras del tipo desarrollado originalmente por Bernanke y Gertler (1989), y explorado posteriormente por Carlstrom y Fuerst (1997) y Bernanke et al. (1999).<sup>2</sup> Después de calibrar el modelo para replicar las características clave de la economía coreana, GGN encuentran que el mecanismo del acelerador financiero de Bernanke y Gertler (1989) puede explicar casi la mitad de la disminución de la actividad económica observada en Corea durante la crisis de 1997-1998. La razón es que el mecanismo del acelerador financiero contribuye a magnificar el efecto de los choques a la economía. En estos modelos, el costo de capital de las empresas está directamente ligado a su propia

---

<sup>1</sup> Para una descripción detallada de la crisis de Corea véase, entre otros, Hahm y Shin (1998), Koo y Kiser (2001), y las referencias ahí incluidas.

<sup>2</sup> Este tipo de fricciones financieras pueden encontrarse también en Céspedes et al. (2004), Cook (2004) y Tovar (2005, 2006), entre otros.

situación financiera en el sentido de que las empresas menos apalancadas tienen que pagar una prima menor para financiar la adquisición de capital. En el caso de un choque adverso que dañe el balance de una empresa, el costo de capital se incrementa lo cual conduce a una contracción de la inversión y la producción, con lo que el efecto original del choque se magnifica.

En este caso, el mecanismo de acelerador financiero se estudia desde una perspectiva de contabilidad de ciclos económicos desarrollada por Chari, Kehoe y McGrattan (2006a). La idea general de este método es mostrar que una gran clase de modelos de equilibrio general dinámico son equivalentes a un modelo prototipo con brechas que varían en el tiempo. Estas brechas representan las desviaciones entre los insumos y los productos, así como las distorsiones en las condiciones de primer orden del modelo prototipo. Siguiendo a Chari et al. (2006a), éstas se conocen como brechas de eficiencia, trabajo, inversión y “consumo del gobierno”. Convenientemente, estas cuatro brechas pueden estimarse a partir de los datos y ser introducidas en el modelo prototipo, a fin de evaluar cuánto de los movimientos en variables como producción, trabajo e inversión puede atribuirse a cada brecha, ya sea por separado o en combinaciones. Por construcción, las brechas en la economía prototipo son capaces de explicar todos los movimientos observados en los datos.

El objetivo de este trabajo es evaluar la solidez de los resultados reportados por GGN utilizando el método de contabilidad de ciclos económicos. El modelo prototipo de referencia de Chari et al. (2006a) es ligeramente modificado para incluir costos de ajuste, dadas las sugerencias de Christiano y Davis (2006). En primer lugar, se muestra que la prima de financiamiento en el mecanismo del acelerador financiero del modelo de GGN puede representarse en términos de una brecha de inversión en la economía prototipo.<sup>3</sup> Desde una perspectiva de contabilidad de ciclos económicos, la brecha de inversión refleja las distorsiones en la ecuación de Euler de los agentes que de otra forma operarían en un contexto de mercados competitivos. A continuación, se realizan ejercicios de simulación para evaluar la importancia de la brecha de inversión, por separado y en combinaciones, para explicar los movimientos en producción, inversión y trabajo observados en los datos coreanos.

---

<sup>3</sup> Una prueba similar se puede encontrar en Christiano y Davis (2006) en el contexto de un modelo más simple con precios flexibles. Aoki et al. (2004) consideran una economía con fricciones financieras en el espíritu de Bernanke et al. (1999) aplicada al mercado de crédito para los hogares en lugar de empresas. En dicho modelo, la prima de financiamiento también puede representarse en términos de una brecha de inversión en la economía prototipo.

Sorprendentemente, el ejercicio de contabilidad de ciclos económicos es capaz de replicar los resultados de GGN en el sentido de que el mecanismo del acelerador financiero por sí solo puede explicar cerca de la mitad de la caída de la producción y la inversión durante la crisis de Corea si se supone el valor de 0,5 utilizado por GGN para la elasticidad de la  $q$  de Tobin. Esta elasticidad puede parecer pequeña, dado que Elekdag et al. (2006) y Lubik y Teo (2005) sugieren valores para este parámetro de entre 1,8 y 3,2 utilizando técnicas bayesianas en un modelo de equilibrio dinámico plenamente especificado. De hecho, desde una perspectiva de contabilidad de ciclos económicos el resultado reportado por GGN es muy sensible a la parametrización de la función de costos de ajuste. Si se utilizan valores más grandes para la elasticidad de la  $q$  de Tobin, como sugieren Elekdag et al. (2006) y Lubik y Teo (2005), la brecha de inversión ahora es capaz de explicar una fracción menor de las fluctuaciones macroeconómicas. En el caso extremo en que la elasticidad de la  $q$  de Tobin es infinita, la brecha de inversión por sí sola provocaría un *aumento* de la producción justo después de la crisis, un resultado totalmente en contradicción con los datos.

Esta sensibilidad en los resultados se debe a que la brecha de inversión está especificada en términos de la función de costos de ajuste: al variar la elasticidad de la  $q$  de Tobin se afecta la brecha de inversión, y tal modificación altera la respuesta de las variables macroeconómicas a variaciones en esta brecha. La sensibilidad de la brecha de inversión a la elasticidad de la  $q$  de Tobin también se encuentra bajo especificaciones alternativas de la economía prototipo, tales como la introducción de utilización variable de capital y errores de medición. La principal implicación de este resultado es que la especificación de la función de costos de ajuste puede desempeñar un papel clave en los modelos de equilibrio dinámico ya que puede afectar la importancia relativa de una brecha para explicar las fluctuaciones del ciclo económico.

El resto del documento está dividido en tres secciones. La sección dos describe los tres modelos utilizados en el ejercicio de contabilidad de ciclos económicos. En primer lugar, se presenta la economía prototipo de referencia de Chari et al. (2006a) con costos de ajuste, junto con una caracterización de las cuatro brechas mencionadas anteriormente. A continuación, el modelo del acelerador financiero de GGN con rigideces en precios nominales se examina en detalle, y se muestra que el mecanismo del acelerador financiero puede ser capturado por una brecha de inversión en la economía prototipo asociada. La sección tres discute el método de estimación para las brechas y presenta una serie de simulaciones bajo valores alternativos para la elasticidad de la  $q$  de Tobin y varias combinaciones de brechas.

La sección cuatro concluye.

## 2 Los Modelos

El método de contabilidad de ciclos económicos de Chari et al. (2006a) tiene dos componentes básicos: un procedimiento contable y un resultado de equivalencia. El método generalmente requiere tres modelos para recuperar las brechas a partir de los datos y darles una interpretación económica. El primer modelo (denominado la “economía prototipo de referencia”) se utiliza exclusivamente para el procedimiento contable. Éste es un modelo de crecimiento neoclásico relativamente estándar con cuatro variables estocásticas o brechas: eficiencia, trabajo, inversión y “consumo del gobierno”. Estas brechas variables en el tiempo distorsionan las decisiones de equilibrio de los agentes que de otra forma operarían en un contexto de mercados competitivos. Las brechas se calculan a partir de los datos y de las condiciones de equilibrio de la economía prototipo de referencia, y luego son introducidas en el modelo para evaluar cuantitativamente la contribución de las brechas a las fluctuaciones del ciclo económico, ya sea por separado o en combinaciones. Por ejemplo, la importancia de la brecha de inversión para explicar los movimientos en las variables macroeconómicas puede ser evaluada al cancelar la contribución de las otras tres brechas en el modelo. Por construcción, las cuatro brechas pueden explicar plenamente los movimientos observados en las variables macroeconómicas.

Los otros dos modelos se utilizan para el resultado de equivalencia. Este resultado es útil ya que ofrece una interpretación económica de las brechas. El primero de estos modelos se denomina “modelo detallado” en el sentido de que, en comparación con un modelo de crecimiento neoclásico estándar, incluye la mayor cantidad de distorsiones necesarias para explicar ciertas características de los datos. El segundo modelo se conoce como la “economía prototipo asociada”, la cual es una versión de la economía prototipo de referencia construida de tal forma que tenga las mismas asignaciones que el modelo detallado (éste es el resultado de equivalencia). Por lo tanto, las distorsiones del modelo detallado convenientemente se pueden expresar en términos de brechas en la economía prototipo asociada. En este sentido, la economía prototipo asociada tiene el único propósito de ofrecer una interpretación económica de las brechas estimadas en el procedimiento contable. Esto es importante, ya que las brechas no tienen una interpretación económica única puesto que existe una gran clase de modelos que pueden ser representados en términos de dichas brechas. Por esta

razón, el método de contabilidad de ciclos económicos no determina de manera exclusiva el modelo más prometedor para estudiar las fluctuaciones del ciclo económico. No obstante, proporciona una guía útil para los investigadores sobre las distorsiones fundamentales para explicar las fluctuaciones macroeconómicas.

Para ver cómo funciona el método, esta sección presenta los tres modelos anteriormente mencionados. La economía prototipo de referencia se amplía para incluir los costos de ajuste en inversión, ya que Christiano y Davis (2006) encuentran que esta economía puede ser sensible al valor de la elasticidad de la  $q$  de Tobin. El modelo detallado es simplemente la economía pequeña y abierta con el mecanismo del acelerador financiero de Gertler et al. (2006). Por último, la economía prototipo asociada se construye de manera que sea equivalente al modelo de Gertler et al. (2006). En tal caso, el resultado de equivalencia es útil para mostrar que el mecanismo del acelerador financiero puede capturarse por la brecha de inversión en la economía prototipo asociada. Dado este resultado, la economía prototipo de referencia puede ser utilizada para evaluar cuantitativamente la contribución del mecanismo del acelerador financiero a las fluctuaciones del ciclo económico.

## 2.1 La Economía Prototipo de Referencia

Para el ejercicio contable, se considera un modelo neoclásico estándar con costos de ajuste. Como en Chari et al. (2006a), se incluyen cuatro variables estocásticas: la brecha de eficiencia  $A_t$ , la brecha de trabajo  $1 - \tau_{n,t}$ , la brecha de inversión  $1/(1 + \tilde{\tau}_{x,t})$ , y la brecha de “consumo del gobierno”  $g_t$ .

Los consumidores en esta economía eligen su consumo per cápita  $c_t$  y la cantidad de trabajo per cápita  $l_t$  para maximizar su utilidad esperada de por vida, dada por

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, l_t) N_t$$

sujeta a la restricción presupuestal

$$c_t + (1 + \tau_{x,t})x_t = (1 - \tau_{n,t})w_t l_t + r_t k_t + T_t$$

y a la ley de movimiento del capital

$$(1 + n)k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + x_t - \varphi(x_t/k_t) k_t, \tag{1}$$

donde  $N_t$  es la población en tiempo  $t$  que crece a la tasa  $1 + n$ ,  $x_t$  es inversión per cápita,  $w_t$  es el salario,  $r_t$  es la renta del capital,  $k_t$  es el acervo de capital per cápita,  $T_t$  son las transferencias per cápita de monto fijo,  $\delta$  es la tasa de depreciación del capital con  $0 < \delta < 1$ ,  $\beta$  es el factor de descuento que satisface  $0 < \beta < 1$ , y  $\tau_{x,t}$  y  $\tau_{n,t}$  son las tasas de impuestos a la inversión y al trabajo, respectivamente. La función  $\varphi(x_t/k_t)$  representa los costos de ajuste de la inversión con propiedades  $\varphi' > 0$  y  $\varphi'' \geq 0$ .

La tecnología en esta economía está dada por una función de producción neoclásica de la forma  $F(k_t, (1 + \gamma)^t l_t)$  donde  $(1 + \gamma)^t$  es la tasa de crecimiento exógeno de progreso tecnológico asociado al trabajo. En términos per cápita, la producción  $y_t$  se determina por

$$y_t = A_t F(k_t, (1 + \gamma)^t l_t). \quad (2)$$

Como es típico en un ambiente perfectamente competitivo, los precios de cada factor de producción son iguales a sus correspondientes productividades marginales, esto es  $w_t = F_{n,t}$  y  $r_t = F_{k,t}$ .

Finalmente, existe un gobierno con un nivel de gasto exógeno per cápita  $g_t$ . La restricción de recursos correspondiente a esta economía está dada por

$$c_t + x_t + g_t = y_t. \quad (3)$$

Las condiciones de primer orden del problema de los consumidores son las siguientes:

$$-\frac{U_{l,t}}{U_{c,t}} = (1 - \tau_{n,t}) A_t (1 + \gamma)^t F_{n,t}, \quad (4)$$

y

$$(1 + \tilde{\tau}_{x,t}) U_{c,t} = \beta E_t U_{c,t+1} [A_{t+1} F_{k,t+1} + (1 + \tilde{\tau}_{x,t+1}) \Gamma_{t+1}], \quad (5)$$

donde  $U_{j,t}$  denota la derivada de  $U_t$  con respecto a  $j$ ,  $1 + \tilde{\tau}_{x,t} \equiv \frac{1 + \tau_{x,t}}{1 - \varphi'(x_t/k_t)}$ , y  $\Gamma_{t+1} \equiv \left(1 - \delta - \varphi\left(\frac{x_{t+1}}{k_{t+1}}\right) + \varphi'\left(\frac{x_{t+1}}{k_{t+1}}\right) \left(\frac{x_{t+1}}{k_{t+1}}\right)\right)$ . La ecuación (4) es la tasa marginal de sustitución entre ocio y consumo, que es igual al producto marginal del capital neto de impuestos. La expresión (5) es la conocida ecuación de Euler, donde el consumo intertemporal es una función de la tasa de impuestos a la inversión  $\tilde{\tau}_{x,t}$ .<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Esta brecha intertemporal puede definirse alternativamente en términos de un impuesto sobre ingresos de capital  $\tau_{k,t}$ . Chari et al. (2006b) reportan que el procedimiento contable no es sensible a esta especificación alternativa para la brecha intertemporal.

Para esta economía prototipo de referencia, la brecha de eficiencia  $A_t$  en (2) se asemeja al parámetro de productividad. De manera similar, los términos  $1 - \tau_{n,t}$  y  $1/(1 + \tilde{\tau}_{x,t})$  introducen una brecha en las expresiones (4) y (5) con respecto a un modelo neoclásico estándar sin distorsiones. Estas brechas se asemejan (pero no son necesariamente iguales) a impuestos sobre el trabajo y la inversión. Finalmente, la brecha de “consumo del gobierno”  $g_t$  se incluye en (3).

Chari et al. (2006a) muestran que una gran clase de modelos macroeconómicos pueden ser representados en términos de la economía prototipo de referencia descrita anteriormente. Por ejemplo, una economía con rigideces salariales y choques monetarios es equivalente a un modelo prototipo con brechas de trabajo. Alternativamente, un modelo con tecnología constante y fricciones en el financiamiento de insumos es equivalente a un modelo de crecimiento con una brecha de eficiencia. Un modelo de economía abierta con acceso a mercados internacionales de crédito es equivalente a un modelo prototipo de economía cerrada con una brecha de “consumo de gobierno”, y así sucesivamente. En este trabajo, más adelante se presenta un resultado de equivalencia para el modelo detallado de GGN.

En la economía prototipo de referencia, cada brecha de forma aislada captura la distorsión total o las desviaciones entre insumos y productos a una condición de equilibrio del modelo. Por ejemplo, las distorsiones en el consumo intertemporal de la ecuación de Euler pueden surgir de las restricciones de liquidez de los consumidores, mientras que la ecuación intertemporal de Euler para la empresa puede verse afectada por fricciones financieras a nivel de empresas. Así, la brecha de inversión en (5) de manera conveniente resume estas dos distorsiones. Por lo tanto, si dos o más distorsiones afectan una condición particular de equilibrio en el modelo, este método no puede identificar cada una de ellas por separado.

## 2.2 El Modelo Detallado de GGN

El modelo de GGN (2006) es un modelo de economía pequeña y abierta relativamente estándar con dinero y rigideces nominales en precios. La diferencia principal radica en la introducción del mecanismo del acelerador financiero de Bernanke y Gertler (1989) y Carlstrom y Fuerst (1997). La idea del acelerador financiero es crear un vínculo entre la hoja de balance del deudor y sus propias condiciones de crédito, lo cual es crucial para la demanda de capital. Como se ilustra en Gertler et al. (2006), este mecanismo puede magnificar los efectos de ciertos choques en la economía.

En el modelo, los hogares toman decisiones sobre el consumo de bienes comercializables, oferta de trabajo, dinero, y bonos nacionales y extranjeros. Los bienes comerciables se producen tanto en el hogar (H) como en el extranjero (F). Estos bienes son sustitutos imperfectos. Además, hay tres tipos de productores: (i) empresarios; (ii) productores de capital; y (iii) minoristas. Los empresarios son los dueños del capital. Para producir bienes al mayoreo, los empresarios necesitan financiamiento de los hogares para adquirir capital requerido en el proceso de producción. En este caso, el mecanismo del acelerador financiero hace que la demanda de capital dependa de la situación financiera de la empresa. Los productores de capital tienen la función de construir capital nuevo para satisfacer la demanda de los empresarios. Por último, los minoristas compran bienes al mayoreo de los empresarios y los modifican ligeramente para producir bienes finales. Se supone un entorno monopolísticamente competitivo para el sector minorista a fin de que los precios puedan determinarse de forma escalonada. Por cuestiones de espacio, el problema de las familias, empresarios y productores de capital se describe a continuación. Tanto el sector exterior como el problema de los minoristas se presentan en el Apéndice A.

### 2.2.1 Hogares

Un hogar representativo que vive por siempre tiene una utilidad esperada de por vida dada por

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U \left( C_t, H_t, \frac{M_t}{P_t} \right) \quad (6)$$

con

$$U \left( C_t, H_t, \frac{M_t}{P_t} \right) = \frac{[(C_t)^{1-\varsigma} (1 - H_t)^\varsigma]^{1-\sigma}}{1 - \sigma} + \xi \log \left( \frac{M_t}{P_t} \right), \quad (7)$$

y  $\sigma \geq 0, \varsigma \in (0, 1), \xi > 0$ . Aquí,  $H_t$  y  $M_t/P_t$  denotan la oferta de trabajo y los saldos reales, respectivamente. El consumo agregado  $C_t$  es un compuesto tanto de consumo doméstico,  $C_t^H$ , como de consumo foráneo,  $C_t^F$ , de acuerdo con la siguiente especificación CES:

$$C_t = \left[ (\gamma)^{\frac{1}{\rho}} (C_t^H)^{\frac{\rho-1}{\rho}} + (1 - \gamma)^{\frac{1}{\rho}} (C_t^F)^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right]^{\frac{\rho}{\rho-1}}. \quad (8)$$

El índice de precios al consumidor (IPC) correspondiente,  $P_t$ , está dado por

$$P_t = \left[ (\gamma) (P_t^H)^{1-\rho} + (1-\gamma) (P_t^F)^{1-\rho} \right]^{\frac{1}{1-\rho}}. \quad (9)$$

El hogar obtiene ingresos por trabajo, pago de dividendos reales  $\Pi_t$  derivados de la propiedad de empresas minoristas, saldos reales acumulados del periodo anterior  $M_{t-1}/P_t$ , e intereses de bonos domésticos y extranjeros ( $B_{t+1}$  y  $B_{t+1}^*$ , respectivamente) neto de impuestos reales de monto fijo  $T_t$ . El ingreso total se destina al consumo y a la tenencia de dinero y bonos domésticos y extranjeros. De esta forma, la restricción presupuestal del hogar se puede escribir como

$$C_t = \frac{W_t H_t}{P_t} + \Pi_t - T_t - \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} - \frac{B_{t+1} - (1 + i_{t-1}) B_t}{P_t} - \frac{S_t B_{t+1}^* - S_t \Psi_t (1 + i_{t-1}^*) B_t^*}{P_t}, \quad (10)$$

donde  $W_t$  denota el salario nominal,  $(1 + i_t)$  y  $(1 + i_t^*)$  representan la tasa de interés bruta de los bonos domésticos y extranjeros (en cuyo caso es exógena), respectivamente,  $S_t$  es el tipo de cambio nominal, y  $\Psi_t$  es la prima sobre préstamos pagada por los residentes domésticos a los acreedores extranjeros. La prima  $\Psi_t$  es una función del endeudamiento neto total,  $NF_t$ , y de un choque aleatorio  $\varrho_t$  tal que  $\Psi_t = f(NF_t)\varrho_t$ , donde  $f'(\cdot) > 0$ . Como es bien sabido (cf. Schmitt-Grohe y Uribe (2003)), la prima sobre préstamos se introduce para evitar que el endeudamiento neto con el exterior sea no estacionario. Aquí, la función de prima sobre préstamos es una manera simple de modelar una salida de capitales inesperada, representada por un incremento en la variable aleatoria  $\varrho_t$  que a su vez afecta directamente a  $\Psi_t$ .

El hogar escoge en consecuencia el consumo agregado, trabajo, saldos reales, y bonos domésticos y extranjeros para maximizar (6) sujeto a (7) y (10).

### 2.2.2 Empresarios

**Empresarios y el Acelerador Financiero** Los empresarios producen bienes domésticos,  $Y_t$ , al mayoreo usando trabajo,  $L_t$ , y servicios de capital,  $u_t K_t$ , de acuerdo al siguiente proceso:

$$Y_t = \omega_t A_t (u_t K_t)^\alpha L_t^{1-\alpha}, \quad (11)$$

donde  $u_t$  es la tasa de utilización del capital y  $K_t$  es el acervo de capital adquirido en el periodo anterior.<sup>5</sup> Aquí,  $A_t$  es un factor de productividad común y  $\omega_t$  es una variable aleatoria idiosincrática, i.i.d. de forma continua con  $E\{\omega_t\} = 1$ . Se supone que el trabajo es un compuesto de trabajo del hogar y empresarial ( $H_t$  y  $H_t^e$ , respectivamente) de acuerdo con  $L_t = H_t^\Omega H_t^{e(1-\Omega)}$ . Por conveniencia,  $H_t^e$  se normaliza a la unidad. El trabajo del hogar se contrata al salario competitivo  $W_t$  mientras que los empresarios reciben un pequeño salario  $W_t^e$  en compensación por su trabajo.

La producción bruta de los empresarios,  $GY_t$ , está dada por la suma de los ingresos por ventas,  $\frac{P_{W,t}}{P_t}Y_t$ , y del valor de mercado del acervo de capital remanente,  $Q_t\omega_tK_t$ , neto de los costos de reparación del capital,  $\frac{P_{I,t}}{P_t}\delta_t\omega_tK_t$ . Aquí,  $P_{W,t}$  denota el precio nominal de la producción al mayoreo,  $Q_t$  el precio de mercado del capital en términos del índice de consumo (8),  $P_{I,t}$  el precio nominal de remplazo del capital, y  $\delta_t$  la tasa de depreciación del capital. Así,

$$GY_t \equiv \frac{P_{W,t}}{P_t}Y_t + \left(Q_t - \frac{P_{I,t}}{P_t}\delta_t\right)\omega_tK_t. \quad (12)$$

Finalmente, la decisión sobre utilización  $u_t$  se hace de forma endógena al suponer que la tasa de depreciación del capital  $\delta_t$  es creciente en  $u_t$  de acuerdo a la siguiente función convexa:

$$\delta(u_t) = \delta + \frac{b}{1+\xi}(u_t)^{1+\xi}, \quad \delta, b, \xi > 0.$$

El problema de los empresarios consiste en escoger la cantidad de trabajo y la tasa de utilización del capital para maximizar beneficios, condicionando sobre  $K_t$ ,  $A_t$  y  $\omega_t$ . Los empresarios consumen un monto de  $C_t^{eH}$  unidades del bien comerciable doméstico.

Los empresarios también enfrentan un problema de adquisición de capital. En particular, requieren adquirir capital al final del periodo  $t$  para su proceso productivo en  $t+1$ . La adquisición del capital se financia parcialmente con el patrimonio neto del empresario al final del periodo  $t$ ,  $N_{t+1}$ , y parcialmente mediante la emisión de bonos,  $B_{t+1}$ . Así, el financiamiento de capital  $Q_tK_{t+1}$  está dado por

---

<sup>5</sup> Los índices específicos a cada empresario se omiten para simplificar la notación.

$$Q_t K_{t+1} = N_{t+1} + \frac{B_{t+1}}{P_t}.$$

A fin de evitar que los empresarios acumulen fondos suficientes para auto-financiar su adquisición de capital, se supone que tienen un horizonte esperado finito en el sentido de que los empresarios sobreviven al próximo período con una probabilidad  $\phi$ . También se supone que la emisión de acciones es demasiado cara de tal forma que todo el financiamiento marginal se realiza sólo a través de emisión de deuda. En el modelo, la deuda está denominada en unidades de moneda nacional.<sup>6</sup>

La demanda de capital del empresario depende tanto de su retorno marginal esperado como de su costo marginal esperado de financiamiento. Puede mostrarse que el retorno marginal esperado del capital se puede expresar como

$$E_t \{1 + r_{t+1}^k\} = \frac{E_t \left\{ \frac{P_{W,t+1}}{P_{t+1}} F_{k,t+1} - \frac{P_{L,t+1}}{P_{t+1}} \delta(u_{t+1}) + Q_{t+1} \right\}}{Q_t}, \quad (13)$$

donde  $F_{k,t+1}$  es el producto marginal del capital en  $t+1$ . Por otro lado, el costo marginal de financiamiento depende de la condición financiera de la empresa. Siguiendo a Bernanke et al. (1999), se supone un problema de agencia entre deudores y acreedores con verificación costosa del estado de la naturaleza. Este problema de agencia surge porque el choque idiosincrático  $\omega_t$  es información privada para el empresario. Por lo tanto, el acreedor sólo puede observar la producción bruta del proyecto después de pagar un costo de auditoría, el cual es una proporción fija  $\mu_b$  del retorno bruto ex-post del proyecto  $(1 + r_{t+1}^k)Q_t K_{t+1}$ . El contrato financiero garantiza que el empresario no tenga un incentivo a reportar menores ganancias y que el costo esperado de agencia sea minimizado. Bajo este contrato, el acreedor le carga al deudor una prima  $\chi_t(\cdot)$  para cubrir el costo esperado de auditoría. Puede mostrarse que la prima de financiamiento varía inversamente con los recursos netos del empresario y directamente con la razón de apalancamiento,  $\frac{B_{t+1}/P_t}{N_{t+1}}$ , de acuerdo a

$$\chi_t(\cdot) = \chi \left( \frac{B_{t+1}/P_t}{N_{t+1}} \right), \quad \chi'(\cdot) > 0, \quad \chi(0) = 0, \quad \chi(\infty) = \infty. \quad (14)$$

---

<sup>6</sup> Gertler et al. (2006) suponen que la deuda está denominada en moneda nacional, ya que ésta representó aproximadamente el 75 por ciento del total de las obligaciones de los bancos comerciales a principios de 1998 en Corea. Cook (2004) presenta un modelo de economía pequeña y abierta similar al de GGN con deuda denominada en moneda extranjera. Los resultados descritos más adelante donde el acelerador financiero puede representarse por una brecha de inversión en la economía prototipo asociada no depende de si la deuda está denominada en moneda nacional o extranjera.

En el modelo de GGN, los costos marginales de fondeo para el empresario están dados por la prima bruta de fondos externos multiplicada por el costo de oportunidad bruto de los fondos en términos reales y en ausencia de fricciones en el mercado de capitales. Por lo tanto, la demanda de capital satisface

$$E_t \{1 + r_{t+1}^k\} = [1 + \chi_t(\cdot)] E_t \left\{ (1 + i_t) \left( \frac{P_t}{P_{t+1}} \right) \right\}. \quad (15)$$

La expresión (15) captura la idea del acelerador financiero en el sentido de que la posición financiera del empresario está relacionada con el costo marginal de los fondos y, en consecuencia, con la demanda de capital. En particular, una mayor proporción de apalancamiento implica una mayor prima de financiamiento para el empresario, con lo cual disminuye su demanda de capital.

Finalmente, el patrimonio neto del empresario  $N_{t+1}$  está dado por

$$N_{t+1} = \phi V_t + W_t^e / P_t,$$

donde  $V_t$  es el valor del capital neto de costos sobre préstamos provenientes del periodo previo.

**Productores de Capital** El papel de los productores de capital en el modelo consiste en reparar el capital depreciado y en construir nuevos bienes de capital en un entorno competitivo. Ambas actividades se realizan después de que la producción de bienes en tiempo  $t$  se lleva a cabo, y utiliza como insumo un bien de inversión  $I_t$  compuesto a su vez de bienes de inversión nacionales y extranjeros:

$$I_t = \left[ (\gamma_i)^{\frac{1}{\rho_i}} (I_t^H)^{\frac{\rho_i-1}{\rho_i}} + (1 - \gamma_i)^{\frac{1}{\rho_i}} (I_t^F)^{\frac{\rho_i-1}{\rho_i}} \right]^{\frac{\rho_i}{\rho_i-1}}. \quad (16)$$

El índice de precios de inversión correspondiente,  $P_{I,t}$ , está dado por

$$P_{I,t} = \left[ (\gamma_i) (P_t^H)^{1-\rho_i} + (1 - \gamma_i) (P_t^F)^{1-\rho_i} \right]^{\frac{1}{1-\rho_i}}. \quad (17)$$

Para este modelo particular, la construcción de nuevos bienes de capital está sujeta a costos de ajuste de la forma funcional  $\Phi \left( \frac{I_t^n}{K_t} \right)$ , donde  $I_t^n$  es inversión neta, esto es,  $I_t^n = I_t - \delta(u_t)K_t$ . La función  $\Phi(\cdot)$  es creciente y cóncava. Dada la tecnología con rendimientos constantes a escala  $\Phi \left( \frac{I_t^n}{K_t} \right) K_t$ , la ecuación de acumulación del capital agregado es

$$K_{t+1} = K_t + \Phi \left( \frac{I_t^n}{K_t} \right) K_t. \quad (18)$$

En este contexto, los productores de capital eligen los insumos  $I_t^n$  y  $K_t$  para maximizar los beneficios esperados de la construcción de nuevos bienes de inversión. Los nuevos bienes de inversión se venden a un precio  $Q_t$  y el capital es arrendado por los empresarios a la tasa  $r_t^l$ . Finalmente, la reparación de bienes de capital viejos requieren  $\delta(u_t)K_t$  unidades del bien de inversión. El costo de reparación está dado por  $\frac{P_{l,t}}{P_t}\delta_t K_t$ , el cual es pagado por los empresarios ya que ellos son los dueños del acervo de capital (véase la ecuación 12).

**Política Fiscal y Monetaria** En cada periodo  $t$ , los gastos exógenos de gobierno  $G_t^H$  son financiados mediante impuestos de monto fijo y señoreaje de acuerdo a

$$\frac{P_t^H}{P_t} G_t^H = \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} + T_t. \quad (19)$$

Para cerrar el modelo, Gertler et al. (2006) especifican dos reglas alternativas de política monetaria, dependiendo de si el régimen de tipo de cambio es fijo o flexible. Bajo un régimen de tipo de cambio fijo, la autoridad monetaria determina la tasa de interés nominal a fin de que se cumpla la paridad descubierta de la tasa de interés. Bajo un régimen de tipo de cambio flexible, el banco central adopta una regla tipo Taylor según la cual la tasa de interés nominal es una función de las desviaciones de la inflación y de la producción nacional de sus correspondientes valores objetivo. En cada caso, la única función de las tenencias de dinero en el modelo es determinar el acervo nominal de dinero.

**Restricción de Recursos** Finalmente, la restricción de recursos para esta economía está dada por

$$\frac{P_t^H}{P_t} (C_t^H + C_t^{eH} + C_t^{H*} + I_t^H + G_t^H) = \frac{P_t^H}{P_t} Y_t^H + \frac{P_t^F}{P_t} (C_t^F + I_t^F). \quad (20)$$

donde  $C_t^{H*}$  es la demanda extranjera del bien doméstico comerciable y  $Y_t^H$  es el bien doméstico final (ambos se describen en el Apéndice A).

### 2.3 La Economía Prototipo Asociada

Siguiendo a Chari et al. (2006a), el objetivo ahora es construir una economía prototipo con las brechas relevantes de tal forma que tenga las mismas asignaciones que aquellas

obtenidas con el modelo de Gertler et al. (2006) descrito anteriormente. Como quedará claro más adelante, la economía prototipo requiere de brechas de eficiencia, trabajo, inversión y “consumo del gobierno”. En particular, se mostrará que la prima de financiamiento (14) que es crucial para el mecanismo del acelerador financiero en el modelo de Gertler et al. (2006) puede representarse en términos de una brecha de inversión en la economía prototipo asociada.

En esta economía, los hogares maximizan (6) sujeto a (7) y a la restricción presupuestal dada ahora por<sup>7</sup>

$$C_t + (1 + \tau_{x,t})I_t = \frac{(1 - \tau_{n,t})W_t H_t}{P_t} + \Pi_t + T_t + (1 - \tau_{k,t})r_t K_t - \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} - \frac{B_{t+1} - (1 + i_{t-1})B_t}{P_t} - \frac{S_t B_{t+1}^* - S_t \Psi_t (1 + i_{t-1}^*) B_t^*}{P_t}, \quad (21)$$

donde la ley de movimiento del capital satisface

$$K_{t+1} = (1 - \delta) K_t + \Phi\left(\frac{I_t}{K_t}\right) K_t. \quad (22)$$

Aquí,  $I_t$  denota la inversión bruta en capital,  $\tau_{x,t}$ ,  $\tau_{k,t}$ , y  $\tau_{n,t}$  son las tasas de impuesto sobre los ingresos de inversión, capital y trabajo, respectivamente,  $r_t$  es la renta de capital, y el término  $\Phi\left(\frac{I_t}{K_t}\right) K_t$  representa los costos de ajuste en inversión. Como antes, la función  $\Phi(\cdot)$  es creciente y cóncava. Al igual que en el modelo de GGN, el consumo agregado  $C_t$  es un compuesto de bienes domésticos y extranjeros dados por (8). Aquí, los hogares son los dueños del acervo de capital. En este caso, los hogares escogen consumo, trabajo, saldos reales, tenencias de bonos domésticos y extranjeros, inversión y el acervo de capital del siguiente periodo.

La empresa representativa produce bienes en un ambiente competitivo con una tecnología dada por

$$Y_t = \tilde{A}_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}, \quad (23)$$

---

<sup>7</sup> Como se habrá advertido, GGN asumen una función de utilidad separable en saldos reales. Este supuesto es conveniente en el sentido de que la tasa marginal de sustitución entre el ocio y el consumo es independiente de los saldos reales, tal como se requiere en la economía prototipo de referencia. Al igual que en el modelo de GGN, los saldos reales en la economía prototipo asociada sólo sirven para determinar el acervo nominal de dinero.

donde  $L_t = H_t^\Omega H_t^{e(1-\Omega)}$  y  $\tilde{A}_t$  es el parámetro tecnológico para esta economía particular. Aquí, las empresas demandan trabajo de los hogares  $H_t$ , y los empresarios escogen su cantidad de trabajo  $H_t^e$ , y de acervo de capital  $K_t$  para maximizar beneficios  $\Pi_t$  :

$$\Pi_t = \left( \frac{P_{W,t}}{P_t} \right) \tilde{A}_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} - \frac{W_t H_t}{P_t} - \frac{W_t^e H_t^e}{P_t} - r_t K_t. \quad (24)$$

El resto de la economía prototipo asociada es similar al modelo de GGN. De esta forma, el sector externo aún está determinado exógenamente por las ecuaciones (A.1) y (A.2) del Apéndice A. De manera similar, los instrumentos de política monetaria disponibles son el tipo de cambio nominal o la tasa de interés nominal.

Ahora que la economía prototipo asociada está descrita, la siguiente proposición muestra que la economía detallada de GGN tiene las mismas asignaciones que la economía prototipo asociada.

### Proposición

*Considere la economía prototipo asociada al modelo de Gertler et al. (2006) con brechas de eficiencia, trabajo, inversión y “consumo de gobierno” dadas respectivamente por*

$$\begin{aligned} \tilde{A}_t &= \omega_t A_t u_t^\alpha, \\ 1 - \tau_{n,t} &= \frac{\varsigma C_t}{(1-\varsigma)(1-H_t)} \frac{1}{F_{n,t}}, \\ \frac{1}{1+\tau_{x,t}} &= \frac{P_{k,t}}{Q_t \left[ 1 + \chi \left( \frac{B_{t+1}/P_t}{N_{t+1}} \right) \right]}, \\ g_t &= C_t^{H^*} + C_t^{eH} + G_t^H - \left( \frac{P_t^F}{P_t^H} \right) (C_t^F + I_t^F), \end{aligned}$$

con

$$\begin{aligned} P_{k,t} &\equiv \frac{1}{\Phi' \left( \frac{I_t}{K_t} \right)}, \\ \tilde{P}_{k,t} &\equiv P_{k,t} \left[ 1 - \delta + \Phi \left( \frac{I_t}{K_t} \right) - \Phi' \left( \frac{I_t}{K_t} \right) \left( \frac{I_t}{K_t} \right) \right], \\ \tilde{P}_{k,t+1} &= \left[ \frac{1}{\Phi' (I_{t+1}^n / K_{t+1})} - \delta(u_{t+1}) \right] \frac{P_{I,t+1}}{P_{t+1}}, \\ \tau_{k,t} &= \frac{\tau_{x,t} \tilde{P}_{k,t}}{r_t}, \\ r_t &= \frac{P_{W,t}}{P_t} F_{k,t}, \\ \frac{S_t B_{t+1}^* - S_t \Psi_t (1+i_{t-1}^*) B_t^*}{P_t} + \frac{B_{t+1} - (1+i_{t-1}) B_t}{P_t} &= C_t^{H^*} - \left( \frac{P_t^F}{P_t^H} \right) (C_t^F + I_t^F), \text{ y} \\ \frac{\tau_{n,t} W_t H_t}{P_t} + \tau_{k,t} r_t K_t + \tau_{x,t} I_t + \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} - T_t &= G_t^H + C_t^{eH}. \end{aligned}$$

Entonces, las asignaciones de equilibrio del modelo de Gertler et al. (2006) coinciden con las asignaciones de la economía prototipo asociada.

**Demostración.** Véase el Apéndice A. ■

Un breve bosquejo de la prueba es el siguiente. Considere en primer lugar la brecha de eficiencia. Sustituyendo  $\tilde{A}_t = \omega_t A_t u_t^\alpha$  en la función de producción (23) lleva a la ecuación (11) en el modelo de GGN. Como se describe en detalle en el Apéndice A, las rigideces nominales en precios en el modelo de GGN causan una distorsión entre el producto marginal del trabajo y los salarios reales. Como los salarios reales son iguales a la tasa marginal de sustitución entre el ocio y el consumo en la economía de GGN, una brecha de trabajo de la forma dada por

$$1 - \tau_{n,t} = \frac{\varsigma C_t}{(1 - \varsigma)(1 - H_t)} \frac{1}{F_{n,t}}$$

permite capturar las distorsiones provenientes de las rigideces nominales en precios. Por otro lado, el Apéndice A también muestra que el mecanismo de acelerador financiero incorporado en la función  $\chi\left(\frac{B_{t+1}/P_t}{N_{t+1}}\right)$  crea una brecha en la ecuación de Euler estándar. Dicha distorsión puede representarse por la brecha de inversión

$$\frac{1}{1 + \tau_{x,t}} = \frac{P_{k,t}}{Q_t \left[1 + \chi\left(\frac{B_{t+1}/P_t}{N_{t+1}}\right)\right]}$$

Así, desde una perspectiva de contabilidad de ciclos económicos, el mecanismo del acelerador financiero puede reinterpretarse en términos de una brecha de inversión en la economía prototipo. Finalmente, sustituyendo las últimas dos expresiones de la proposición en la restricción presupuestal del gobierno (21) permite recuperar la brecha de consumo de gobierno.

### 3 Estimación y Resultados

Esta sección presenta una serie de ejercicios para evaluar el resultado reportado en Gertler et al. (2006) según el cual las fricciones financieras pueden explicar casi la mitad de la disminución de la actividad económica durante la crisis de 1997-1998 en Corea. En particular, tanto la economía prototipo de referencia como el resultado de la Proposición 1 se utilizan para estimar la contribución de la brecha de inversión, ya sea por separado o en combinaciones, a las fluctuaciones de la producción, inversión y trabajo bajo el método de contabilidad de

ciclos económicos. Para tal efecto, en primer lugar se explica el método de estimación. A continuación, se muestra que, de acuerdo al método de contabilidad de ciclos económicos, el resultado de GGN depende del valor relativamente pequeño para la elasticidad de la  $q$  de Tobin. Este resultado se obtiene después de simular la economía prototipo de referencia utilizando valores mayores para la elasticidad de la  $q$  de Tobin. En dicho caso, la contribución de la brecha de inversión para explicar las fluctuaciones macroeconómicas disminuye a medida que la elasticidad se determina de forma más consistente con la evidencia empírica. Por último, se realiza un análisis de sensibilidad para permitir una utilización variable del capital y errores de medición en la economía prototipo de referencia. En cualquier caso, aún sigue siendo válido que la contribución de la brecha de inversión a las fluctuaciones económicas es sensible al valor de la elasticidad de la  $q$  de Tobin.

### 3.1 Método de Estimación

El procedimiento contable de Chari et al. (2006a) puede aplicarse en dos etapas. En primer lugar, las brechas de la economía prototipo de referencia se miden utilizando los datos y una versión del modelo sin tendencia en las variables. A continuación, el modelo prototipo se simula usando las brechas ya obtenidas para evaluar la contribución de las brechas (ya sea por separado o en combinaciones) a las fluctuaciones en las variables de interés como producción, trabajo e inversión.

#### *Medición de las brechas*

Al igual que en Chari et al. (2006a), se suponen formas funcionales estándar para las preferencias y la tecnología con el objeto de estimar las brechas en la economía prototipo de referencia. En particular, las preferencias son de forma logarítmica  $U(c, l) = \log c + \psi \log(1 - l)$  y la función de producción es del tipo Cobb-Douglas  $F(k, l) = k^\alpha l^{1-\alpha}$ . Algunos parámetros del modelo se calibran como en la literatura de ciclos económicos reales y otros más se estiman de la siguiente forma. Primero, la serie de acervo de capital se construye usando la ley de movimiento (1), dados los datos sobre inversión y una condición inicial para el acervo de capital  $k_0$ . Debido a que las ecuaciones (2) - (5) describen convenientemente el equilibrio de la economía prototipo de referencia, el consumo  $c_t$  de la restricción presupuestal (3) se puede sustituir en (4) y (5) de tal manera que el sistema de tres ecuaciones (2), (4) y (5) en tres incógnitas (producción, trabajo e inversión) pueda log-linealizarse. A continuación, defina un vector  $s_t$  para las cuatro brechas,  $s_t = (\log A_t, \tau_{n,t}, \tilde{\tau}_{x,t}, \log g_t)$ , el cual sigue un

proceso de vectores autorregresivos AR(1) de la forma

$$s_{t+1} = P_0 + P s_t + \varepsilon_{t+1}, \quad (25)$$

donde la innovación  $\varepsilon_t$  es i.i.d. de forma normal con media cero y matriz de covarianza  $V$ . Se estima una matriz triangular inferior  $Q$  tal que  $V = QQ'$  para asegurar que la matriz  $V$  sea positiva semidefinida. Así, la economía se define por un sistema de siete ecuaciones, tres de ellas provenientes de las condiciones de equilibrio y las cuatro restantes del proceso AR(1) para las brechas. Las cuatro brechas son función de la historia de los eventos hasta el periodo  $t$  (esto es, del *estado* de la economía). Los parámetros incluidos en las matrices  $P_0$ ,  $P$  y  $V$  del proceso AR(1) de las brechas se estiman usando métodos de máxima verosimilitud.<sup>8</sup>

Una vez que se estima el proceso estocástico en (25), las cuatro brechas pueden recuperarse de los datos y las condiciones de equilibrio de la economía de referencia. Por ejemplo, la brecha de consumo de gobierno puede estimarse directamente de los datos como la suma de gastos de gobierno más exportaciones netas. Las brechas de eficiencia y de trabajo se pueden obtener directamente de las ecuaciones (2) y (4), dada una serie para el acervo de capital  $k_t$ . Finalmente, la brecha de inversión se recupera de la expresión (5). Un problema potencial es que la brecha de inversión no puede obtenerse directamente de (5), ya que esto requiere especificar valores esperados para el consumo, la inversión y las brechas futuras. Al respecto, sean  $y_t^d$ ,  $l_t^d$ ,  $x_t^d$ , y  $k_0^d$  los datos sobre producción, trabajo, inversión y el acervo de capital inicial, respectivamente, y sean  $y(s_t, k_t)$ ,  $l(s_t, k_t)$ , y  $x(s_t, k_t)$  las reglas de decisión del modelo. Entonces las series de brechas estimadas  $s_t^d$  resuelven

$$y_t^d = y(s_t^d, k_t), l_t^d = l(s_t^d, k_t), x_t^d = x(s_t^d, k_t), \quad (26)$$

con  $k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + x_t^d - \varphi(x_t^d/k_t)k_t$ ,  $k_0 = k_0^d$  y  $g_t = g_t^d$ . Como se detalla en Chari et al. (2006b), estas reglas de decisión pueden combinarse con el proceso estocástico de las brechas para estimar las series de la brecha de inversión  $\tilde{\tau}_{x,t}$ .

#### *Descomposición de las brechas*

Una vez que se obtiene la secuencia de brechas, el modelo prototipo de referencia puede simularse con el fin de evaluar, por separado y en combinaciones, las contribuciones de las brechas a las fluctuaciones en las variables de interés a partir de cierta fecha inicial. Esta

---

<sup>8</sup> Véase Chari et al. (2006b) para mayores detalles.

contribución se mide comparando las realizaciones de variables como producción, trabajo e inversión provenientes de simular el modelo con aquéllas provenientes de los datos. Por ejemplo, defina el componente de la brecha de eficiencia como el vector de brechas  $s_{1t} = (\log A_t, \bar{\tau}_n, \bar{\tau}_x, \log \bar{g})$  tal que en el periodo  $t$  la brecha de eficiencia varía a lo largo del tiempo conforme a su valor en tiempo  $t$  mientras que las otras brechas se mantienen constantes. Las reglas de decisión correspondientes pueden denotarse como  $y^e(s_{1t}, k_t)$ ,  $l^e(s_{1t}, k_t)$ , y  $x^e(s_{1t}, k_t)$ . Estas reglas de decisión junto con una condición inicial  $k_0^d$ , la serie de brechas estimadas  $s_t^d$  y la ley de movimiento del capital pueden usarse para estimar la secuencia simulada de producción, trabajo e inversión, denotadas respectivamente como  $y_t^e$ ,  $l_t^e$  y  $x_t^e$ . Estos resultados pueden compararse directamente con los datos observados. Naturalmente, este ejercicio contable puede llevarse a cabo de formas distintas, dadas las definiciones correspondientes para el componente de la brecha de trabajo  $s_{2t}$ , el componente de la brecha de inversión  $s_{3t}$ , y el componente para la brecha de consumo de gobierno  $s_{4t}$ . También es posible construir series de brechas combinadas. Por ejemplo, el componente de las brechas de eficiencia y trabajo se puede definir como  $s_{5t} = (\log A_t, \tau_{n,t}, \bar{\tau}_x, \log \bar{g})$ . Si las cuatro brechas se incorporan a las reglas de decisión en (26) y se usan en combinación con la ley de movimiento del capital y la ecuación  $\log g_t(s_t^d) = \log g_t$ , todos los movimientos simulados de la producción, trabajo e inversión son exactamente iguales a aquéllos observados en los datos por construcción.

## 3.2 Calibración y Resultados

### 3.2.1 Calibración

Antes de implementar el método de contabilidad de ciclos económicos, se requiere especificar formas funcionales para la tecnología, preferencias y la función de costos de ajuste, así como valores de parámetros como en la literatura de ciclos económicos reales. Como se mencionó anteriormente, la función de producción para la economía prototipo de referencia está dada por  $F(k_t, l_t) = k_t^\alpha l_t^{1-\alpha}$ , mientras que las preferencias son de la forma logarítmica  $U(c_t, l_t) = \log c_t + \psi \log(1 - l_t)$ .<sup>9</sup> La función de costos de ajuste está especificada por  $\varphi(x/k) = (a/2)(x/k - b)^2$ , la cual es utilizada comúnmente en la literatura, como en Chari et al. (2006a). El parámetro de la fracción de capital  $\alpha$  se fija en 0.31, lo cual es consistente con la estimación para Corea reportada en Gollin (2002) y Young (1995). La tasa

---

<sup>9</sup> Chari et al. (2006a) muestran que el método de contabilidad de ciclos económicos es cualitativamente robusto a especificaciones alternativas para la tecnología y preferencias.

de depreciación anual  $\delta$  se fija al 6 por ciento. A pesar de que dicho valor podría parecer bajo, se encuentra dentro del intervalo reportado por Lubik y Teo (2005) usando técnicas de estimación bayesiana para una muestra de países desarrollados y en desarrollo. El parámetro para la asignación del tiempo  $\psi$  se fija en 2.95 de tal forma que los hogares coreanos asignan alrededor de un tercio de su tiempo a actividades de trabajo remunerado, lo cual es consistente con los datos reportados por la Oficina Nacional de Estadística de Corea. La tasa de crecimiento de la población  $n$  y la tasa de crecimiento exógena de la tecnología  $\gamma$  se fijan a 1.5 y 5 por ciento de forma anual, para ser consistentes con los datos coreanos para el periodo 1982:3 - 2005:2. Finalmente, el factor de descuento  $\beta$  es de 0.99.

En relación a la función de costos de ajuste, el parámetro  $b$  se fija para que sea igual a la razón inversión-capital en el estado estacionario, esto es  $b = (1 + n)(1 + \gamma) - 1 + \delta$ , de tal forma que los costos de ajuste sean cero en el estado estacionario. El valor para el parámetro  $a$  se fija para ser consistente con una serie de valores alternativos para la elasticidad de la razón inversión-capital con respecto al precio del capital (denominada de aquí en adelante como la “elasticidad de la  $q$  de Tobin”). En particular, dicha elasticidad en el modelo se define como

$$\eta \equiv \frac{d \log(x_t/k_t)}{d \log P_{k',t}} = \frac{1}{b\varphi''},$$

donde  $P_{k',t}$  es el precio de mercado del capital en la economía prototipo de referencia determinado por  $P_{k',t} = 1/(1 - \varphi'(x_{t+1}/k_{t+1}))$ . Así, dados los valores para  $b$  y la elasticidad de  $q$  de Tobin, se puede recuperar el valor para  $a$ .

Determinar un valor apropiado para la elasticidad de la  $q$  de Tobin en estos modelos puede ser controversial. Mediante el uso de técnicas bayesianas, Elekdag et al. (2006) encuentran una estimación puntual de 2.39 para la elasticidad de la  $q$  de Tobin usando datos coreanos, con bandas de probabilidad al 90 por ciento de 1.9 a 3.12. Lubik y Teo (2005) reportan estimaciones puntuales entre 1.76 y 3.23 usando técnicas bayesianas en una muestra de países desarrollados y en desarrollo. Como referencia, Gertler et al. (2006) arbitrariamente fijan  $\eta = 1/2$ . Bernanke et al. (1999) argumentan que supuestos razonables para los costos de ajuste sugieren que el inverso de la elasticidad de  $q$  de Tobin debería estar en un intervalo de 0 a 0.5, ya que valores mayores implican costos de ajuste imposiblemente elevados. Este razonamiento también es compartido por Chari et al. (2006a), aunque Christiano y Davis (2006) argumentan que esta conclusión se basa en el supuesto de que la función de costos de

ajuste es cuadrática. Dada la controversia sobre valores razonables para la elasticidad de la  $q$  de Tobin, el ejercicio de contabilidad de ciclos económicos considera los valores alternativos de 0.5, 1, 3 e  $\infty$ . Un valor de 0,5 se justifica ya que éste es el valor utilizado por Gertler et al. (2006). Una elasticidad de 1 es favorecida por Christiano y Davis (2006), mientras que una elasticidad de 3 se aproxima al valor más alto en el intervalo reportado por Elekdag et al. (2006) utilizando datos coreanos. Por último, un valor infinito es compatible con el supuesto de cero costos de ajuste en la economía prototipo de referencia .

El modelo se estima utilizando datos trimestrales para la producción, horas trabajadas, inversión y gastos de gobierno (incluido el sector externo) de Corea para el período 1982:3 - 2005:2 (los detalles sobre las fuentes de datos y la construcción de variables puede encontrarse en el Apéndice C) . Para facilitar el análisis, tanto la producción como el trabajo se normalizan a 100 para el período base 1997:4, ya que éste es el trimestre en el que comenzó la crisis. En las figuras mostradas más adelante, la inversión se divide por el nivel de producción en el período base. Como una observación final, las versiones anteriores de Chari et al. (2006a) permitían la posibilidad de errores de medición en la representación estado-espacio de la economía prototipo de referencia. Para simplificar, los errores de medición se fijan en cero en la primera parte del ejercicio. Posteriormente, este supuesto es relajado ya que Christiano y Davis (2006) reportan que los resultados pueden ser sensibles a los errores de medición.

### 3.2.2 Resultados

El ejercicio de contabilidad de ciclos económicos se enfoca en el periodo 1997:4 - 2000:2, el cual comprende el periodo de crisis de Corea. Las propiedades de las brechas usando la muestra completa (1982:3 - 2005:2) se describen en el Apéndice B. El Cuadro 1 presenta los valores estimados de las brechas y los parámetros  $P$  y  $Q$  de la ecuación (25), así como sus correspondientes intervalos de confianza al 90 por ciento suponiendo una elasticidad de  $q$  de Tobin de 0.5.<sup>10</sup> Inicialmente se supone una elasticidad de  $q$  de Tobin de 0.5 puesto que éste es el valor reportado por GGN. La Figura 1 muestra la producción actual en Corea así como las series de las brechas de eficiencia, trabajo e inversión para la economía prototipo de referencia, representadas por  $A_t$ ,  $(1 - \tau_n)$  y  $1/(1 + \tilde{\tau}_x)$ , respectivamente. Para este periodo,

---

<sup>10</sup> Como se detalla en Chari et al. (2006b), los intervalos de confianza se estiman con una distribución *bootstrapped* con 500 simulaciones.

se puede observar que las brechas de trabajo e inversión caen entre 17 y 43 por ciento en el primer trimestre de 1998, respectivamente, y exhiben una recuperación relativamente rápida. La brecha de eficiencia muestra una ligera tendencia a la baja durante los dos años posteriores al inicio de la crisis.

La Figura 2 muestra los datos de producción así como la serie de brecha de inversión bajo valores alternativos para la elasticidad de  $q$  de Tobin. Se puede observar que, a medida que la elasticidad se incrementa de 0.5 a infinito, la correlación contemporánea entre la producción y la brecha de inversión se convierte de positiva a negativa en general. La intuición de este resultado es relativamente sencilla. Recuérdese que la brecha de inversión en la economía prototipo de referencia se define como  $1 + \tilde{\tau}_{x,t} \equiv \frac{1 + \tau_{x,t}}{1 - \varphi'(x_t/k_t)}$ . Si no existen costos de ajuste en el modelo, entonces  $\tilde{\tau}_{x,t} = \tau_{x,t}$ . En dicho caso, la brecha de inversión se mueve en dirección opuesta a la producción registrada en los datos en general, como se ilustra en la Figura 2. Ahora considere costos de ajuste. En las recesiones, donde la razón  $x_t/k_t$  es relativamente baja, la expresión  $\varphi'(x_t/k_t)$  es negativa. Por lo tanto,  $\tilde{\tau}_{x,t}$  es positiva en la medida que  $\tau_{x,t}$  sea mayor que (el valor absoluto de)  $\varphi'(x_t/k_t)$ . Esto se satisface en general para pequeños valores del parámetro  $a$  (esto es, para valores relativamente grandes de elasticidad). A medida que la elasticidad disminuye ( $a$  se incrementa), existe algún punto en el cual el valor de  $\tilde{\tau}_{x,t}$  se vuelve negativo. En dicho caso, la brecha de inversión ahora se correlaciona positivamente con la producción actual. De ahí en adelante, el especificar un nivel mayor para los costos de ajuste provoca que la brecha de inversión caiga aún más durante las recesiones.

La Figura 3 muestra los datos de producción, trabajo e inversión y sus correspondientes valores simulados cuando sólo la brecha de inversión varía en el tiempo mientras que el resto de las brechas permanecen constantes (esto es, las simulaciones provenientes del componente de la brecha de inversión). Los resultados se presentan para valores alternativos de la elasticidad de la  $q$  de Tobin. En primer lugar, considere el caso donde  $\eta = 0,5$  ya que éste es el valor utilizado por GGN en su modelo. En tal caso, la brecha de la inversión por sí sola puede explicar aproximadamente la mitad de la caída en la producción actual registrada en el primer trimestre de 1998 y en la parte más severa de la recesión, y consistentemente explica una fracción importante de dicha caída durante el período de análisis. Un resultado cualitativamente similar se encuentra para la inversión. Estos resultados son notables ya que éstos son precisamente los resultados reportados por GGN.<sup>11</sup> En cuanto a las horas

---

<sup>11</sup> Gertler et al. (2006) no reportan resultados para las horas trabajadas.

trabajadas, la brecha de inversión también es capaz de explicar sustancialmente su caída y recuperación durante los cinco trimestres posteriores al inicio de la crisis, pero predice un aumento más lento a partir de entonces en comparación con los datos observados.<sup>12</sup>

Considere ahora el caso en que la elasticidad aumenta ligeramente a uno. La caída de la producción explicada por la brecha de inversión exclusivamente ahora es menor. De hecho, la brecha de inversión sólo explica alrededor del 41 por ciento de la caída de la producción actual durante el primer trimestre de 1998 (37 por ciento en la parte más severa de la recesión). Esta menor caída en la producción simulada se debe a la menor caída en el trabajo e inversión simulados durante el período de análisis. Si la elasticidad de la  $q$  de Tobin aumenta a 3, la brecha de inversión sólo es capaz de explicar alrededor del 16 por ciento (19 por ciento) de la caída en producción registrada en el primer trimestre de 1998 (en la parte más severa de la recesión). Por último, si los costos de ajuste en inversión se eliminan del modelo (alternativamente, si la elasticidad aumenta a infinito) la brecha de inversión por sí sola *incrementaría* la producción respecto a su valor inicial, justo después de la crisis y para los períodos subsiguientes en general. Esta inconsistencia con los datos actuales también se observa para el trabajo y la inversión.<sup>13</sup>

Una alternativa para evaluar la importancia de la brecha de inversión para explicar los movimientos de la producción, trabajo e inversión consiste en examinar la respuesta de estas variables en caso de que la brecha de inversión sea la única ausente del modelo. Los resultados se presentan en la Figura 4 bajo valores alternativos de la  $q$  de Tobin. Como antes, considere primero el caso en que la elasticidad es de 0,5. En tal caso, las brechas de eficiencia, trabajo y consumo de gobierno no son capaces de explicar conjuntamente la caída en la producción actual. Esto también es válido para el trabajo y la inversión.<sup>14</sup> En otras

---

<sup>12</sup> La recuperación relativamente rápida de las horas trabajadas observada en los datos podría explicarse por la serie de reformas introducidas a principios de 1998 para hacer los mercados laborales más flexibles. Para mayores detalles, véase Koo y Kiser (2001).

<sup>13</sup> El componente de la brecha de inversión también exhibe la anomalía de consumo reportada en Chari et al. (2006a), en el sentido de que tanto la inversión como el consumo privado simulados se correlacionan negativamente, en contraste con la correlación positiva registrada en los datos. Este resultado se sigue obteniendo para valores alternativos de la elasticidad y para cada una de las especificaciones utilizadas más adelante (esto es, utilización variable de capital y error de medición).

<sup>14</sup> Otsu (2006) considera un modelo de economía pequeña y abierta relativamente estándar para explicar la crisis de Corea. El autor encuentra que los choques tecnológicos (la brecha de eficiencia en la economía prototipo) puede explicar razonablemente bien las fluctuaciones de la producción, trabajo e inversión. Sin embargo, su modelo exhibe el problema de singularidad estocástica discutido en Ingram et al. (1994) y

palabras, la brecha de inversión es crucial para explicar las fluctuaciones macroeconómicas si la elasticidad es de 0,5. Sin embargo, esta importancia relativa disminuye a medida que la elasticidad de la  $q$  de Tobin aumenta. Por ejemplo, si la elasticidad es de 3 la brecha de inversión desempeñaría un papel menor para explicar las fluctuaciones de la producción, o incluso casi ningún papel si la elasticidad toma valores entre 3 e infinito.

Cabe mencionar que la sensibilidad del componente de la brecha de inversión a valores alternativos de la elasticidad también es válida para el componente de la brecha de trabajo. La Figura 5 presenta los datos sobre producción, trabajo e inversión, así como las predicciones del modelo con la brecha de trabajo exclusivamente. Si la elasticidad es de 0,5, el componente de la brecha de trabajo replica los datos de trabajo bastante bien durante todo el período, pero no es capaz de explicar los datos de inversión. En consecuencia, la caída de la producción simulada no puede replicar la caída en la producción actual. Si la elasticidad es igual a infinito, se obtiene un resultado diferente: la caída en producción, trabajo e inversión se sobrestima por varios períodos. En cuanto a los componentes de la brecha de eficiencia y de consumo de gobierno, las predicciones de las variables macroeconómicas se afectan relativamente menos ante valores alternativos para la elasticidad de la  $q$  de Tobin.<sup>15</sup>

### 3.3 Análisis de Sensibilidad

#### 3.3.1 Utilización Variable del Capital

Un posible inconveniente del ejercicio de contabilidad de ciclos económicos presentado anteriormente es que asume una utilización constante del capital. En principio, esto puede ser un problema ya que GGN consideran un modelo con utilización variable del capital (véase la ecuación 11). La idea es que al introducir una utilización variable del capital en la economía prototipo de referencia, la medición de la brecha de eficiencia puede ser directamente afectada. Este cambio puede afectar potencialmente la medición de las demás brechas y, por lo tanto, su contribución relativa a las fluctuaciones macroeconómicas.

Para tomar en cuenta esta observación, se adopta la especificación de Chari et al. (2006a).

---

Ireland (2004). Por lo tanto, no es posible llevar a cabo una comparación directa entre los resultados de Otsu (2006) y los reportados en este documento.

<sup>15</sup> Se encuentran resultados cualitativamente similares en las economías con utilización variable de capital y errores de medición descritas más adelante. En particular, el componente de la brecha de trabajo sigue siendo sensible a la parametrización de los costes de ajuste, pero ni el componente de la brecha de eficiencia ni del gobierno exhiben cambios sustanciales.

En particular, suponga que la función de producción en la economía prototipo de referencia se reemplaza por  $y_t = A_t(k_t h_t)^\alpha (\bar{n} h_t)^{1-\alpha}$ , donde  $\bar{n}$  es el número de trabajadores empleados y  $h_t$  es la duración de la semana de trabajo. Así, el insumo total de trabajo es  $l_t = \bar{n} h_t$ . Si se asume un número constante de trabajadores, toda la variación en trabajo proviene de variaciones en la semana laboral  $h_t$ . En dicho caso, los servicios de capital,  $k_t h_t$ , son proporcionales al producto del acervo de capital  $k_t$  y del trabajo  $l_t$ , de tal forma que los flujos de servicio del capital están afectados por variaciones en el trabajo  $l_t$ . Bajo esta interpretación, el número de trabajadores empleados  $\bar{n}$  puede normalizarse a 1, en cuyo caso la función de producción de la economía prototipo de referencia ahora está dada por

$$y_t = A_t k_t^\alpha l_t.$$

La Figura 6 presenta los datos y los movimientos simulados en las variables de interés bajo la brecha de inversión exclusivamente y suponiendo una utilización variable del capital. Como antes, se consideran valores alternativos para la elasticidad de la  $q$  de Tobin. Cuando dicha elasticidad es de 0,5, la brecha de la inversión por sí sola explica alrededor del 60 por ciento (48 por ciento) de la caída en la producción observada en el primer trimestre de 1998 (en la parte más severa de la recesión). Una vez más, este resultado es notable ya que coincide con aquéllos reportados por GGN. Sin embargo, a medida que la elasticidad se incrementa la brecha de inversión explica una menor fracción de la caída para todas las variables. Por ejemplo, ahora sólo es capaz de explicar el seis por ciento (11 por ciento) de la caída en la producción en 1998:1 (en la parte más severa de la recesión) cuando la elasticidad es de 3, en comparación con el 16 por ciento aproximadamente (19 por ciento) en el modelo con utilización constante del capital. De hecho, al incrementarse la elasticidad a un valor infinito se obtienen resultados completamente distintos: las tres variables provenientes de la brecha de inversión se incrementan con respecto a sus correspondientes valores iniciales, un resultado totalmente en contradicción con los datos.

Al igual que antes, un ejercicio alternativo consiste en excluir la brecha de inversión y mantener las brechas restantes en el análisis. Los resultados se presentan en la Figura 7. Si la elasticidad se fija en 0,5, el resultado es el mismo que antes: la brecha de inversión es importante para explicar los datos. Sin embargo, resulta evidente que si la elasticidad es de alrededor de 3, la brecha de inversión es irrelevante para explicar los movimientos de la producción, trabajo e inversión. A medida que la elasticidad tiende a infinito, el ignorar la

brecha de la inversión conduce a mayores caídas en las tres variables durante varios períodos en comparación con los datos. En tal caso, el incremento notable en producción, trabajo e inversión debido exclusivamente a la brecha de inversión (como se ha mostrado en la Figura 6) se requiere para permitir un mejor ajuste con los datos.

### 3.3.2 Errores de Medición

En su estudio sobre el método de contabilidad de ciclos económicos, Christiano y Davis (2006) encuentran que los resultados de esta metodología pueden ser sensible a pequeños cambios en la especificación de los errores de medición. Tomando esta observación en cuenta, ahora la economía prototipo de referencia de la sección 2 se modifica para incluir errores de medición.<sup>16</sup> En general, se puede mostrar que la representación estado-espacio de la economía prototipo de referencia se puede describir por el sistema

$$X_{t+1} = AX_t + B\epsilon_{t+1},$$

$$Y_t = CX_t + \omega_t,$$

y

$$\omega_t = D\omega_{t-1} + \zeta_t,$$

donde  $X_t$  es un vector de variables de estado,  $Y_t$  es un vector de variables observables,  $\omega_t$  es un vector  $4 \times 1$  de errores de medición con matriz de covarianza  $E\zeta_t\zeta_t' = R$  con la propiedad de que  $E\epsilon_t\zeta_s' = 0$  para todos los periodos  $t$  y  $s$ , y  $A, B$  y  $C$  son matrices en función de parámetros (véase Chari et al. (2006b) para mayores detalles). Los elementos de la matriz  $D_{4 \times 4}$  son los parámetros que describen la correlación serial de los errores de medición. En los ejercicios previos, se ha asumido que  $D = 0_{4 \times 4}$  y  $R = 0 \times I_{4 \times 4}$  donde  $I$  es la matriz identidad. Siguiendo a Christiano y Davis (2006),  $R$  se determina como  $R = 0.0001 \times I_{4 \times 4}$  mientras que  $D = 0_{4 \times 4}$ .

Los resultados debido al componente de la brecha de inversión bajo la nueva parametrización de los errores de medición se presentan en la Figura 8. Como se puede observar, el

---

<sup>16</sup> Los errores de medición pueden interpretarse como todos los movimientos y co-movimientos en los datos que la economía prototipo de referencia es incapaz de explicar, como en Ireland (2004).

componente de la brecha de inversión sigue siendo muy sensible a la parametrización de los costos de ajuste. Por ejemplo, es capaz de explicar aproximadamente el 48 por ciento de la caída en producción en el primer trimestre de 1998 (43 por ciento en la parte más severa de la recesión) cuando la elasticidad es de 0,5, y alrededor del 36 por ciento si la elasticidad se incrementa ligeramente a uno (35 por ciento en la parte más severa de la recesión). Valores mayores para la elasticidad de la  $q$  de Tobin provocan un incremento en la producción (en relación a su valor inicial) durante varios períodos, en contraste con los datos. Esto también se observa para el trabajo y la inversión.

Por último, la Figura 9 presenta ejercicios de simulación donde sólo se cancela la brecha de inversión y se mantienen las otras tres brechas. Si se considera una elasticidad de 3, la brecha de inversión no es crucial para explicar las fluctuaciones de la producción, trabajo e inversión. Sin embargo, esto no es válido para otros valores de la elasticidad de  $q$  de Tobin.

## 4 Conclusiones

En su ejercicio cuantitativo para explicar las fluctuaciones en las variables macroeconómicas de Corea durante la crisis de 1997-1998, Gertler et al. (2006) encuentran que el mecanismo del acelerador financiero puede explicar alrededor de la mitad de la caída en la producción e inversión de Corea durante dicho período. En este documento, el modelo de Gertler et al. (2006) es estudiado desde la perspectiva de contabilidad de ciclos económicos de Chari et al. (2006a) para evaluar la importancia del acelerador financiero para explicar las fluctuaciones macroeconómicas.

El documento se divide en dos partes. En la primera parte, se presentan los modelos relevantes (esto es, la economía prototipo de referencia, el modelo de Gertler et al. (2006) y la economía prototipo asociada) junto con un resultado de equivalencia. El resultado de equivalencia consiste en demostrar que el modelo de Gertler et al. (2006) puede representarse por una economía prototipo con cuatro brechas: eficiencia, trabajo, inversión y “consumo del gobierno”. En particular, se demuestra que el mecanismo del acelerador financiero de Bernanke y Gertler (1989), Carlstrom y Fuerst (1997) y Bernanke et al. (1999), entre otros, puede ser capturado por una brecha de inversión. En la segunda parte, la economía prototipo de referencia con costos de ajuste se utiliza para recuperar las series de las cuatro brechas de los datos coreanos y evaluar si la brecha de inversión, ya sea por separado o en combinación con otras brechas, puede explicar consistentemente la caída en producción y otras variables

macroeconómicas durante la crisis de Corea de 1997-1998.

De forma notable, el método de contabilidad de ciclos económicos es capaz de reproducir los resultados cuantitativos reportados por Gertler et al. (2006). En concreto, se encuentra que el componente de brecha de inversión puede explicar alrededor de la mitad de la caída en producción e inversión de Corea, asumiendo el mismo valor para la elasticidad de la  $q$  de Tobin que en Gertler et al. (2006). Sin embargo, con este valor precisamente se obtiene la contribución más alta de la brecha de inversión para explicar las fluctuaciones de la producción, dados los valores considerados en este documento. Si la elasticidad se incrementa ligeramente, el componente de la brecha de inversión se vuelve menos importante y puede incluso dar resultados exactamente opuestos a los encontrados en los datos. De ahí que la contribución de la brecha de inversión para explicar la caída de la producción coreana sea muy sensible a la parametrización de la función de costos de ajuste. Este resultado es robusto a especificaciones alternativas de la economía prototipo de referencia, incluyendo la utilización variable de capital y los errores de medición.

Cabe mencionar que el asumir una elasticidad relativamente grande no necesariamente disminuye la importancia de las fricciones financieras para explicar la crisis de Corea. Existen al menos dos razones que llevan a tal advertencia. En primer lugar, si sólo la brecha de inversión queda excluida del análisis mientras se mantienen las otras tres brechas en su lugar, los datos no pueden ser reproducidos satisfactoriamente bajo algunas parametrizaciones. Esto sugiere que la brecha de inversión puede ser importante para explicar las fluctuaciones macroeconómicas, aunque este resultado también es sensible a los valores alternativos para la elasticidad de la  $q$  de Tobin. En segundo lugar, es posible que las fricciones financieras puedan ser representadas por otras brechas en el modelo prototipo. Por ejemplo, Chari et al. (2006a) presentan una economía donde las fricciones financieras son capturadas por la brecha de eficiencia en la economía prototipo de referencia.

Por último, y de forma más importante, este trabajo pone de manifiesto que la parametrización de la función de costos de ajuste puede desempeñar un papel importante en la evaluación de la importancia relativa de una brecha para explicar las fluctuaciones del ciclo económico. Los ejercicios presentados anteriormente consideran una función cuadrática de costos de ajuste, como se suele suponer en la literatura. Como se ha discutido previamente, tanto la brecha de trabajo como de inversión son especialmente sensibles a valores alternativos para la elasticidad de la  $q$  de Tobin. De este modo, para ciertos valores de la elasticidad

la brecha de inversión es más importante que la brecha de trabajo para explicar las fluctuaciones en los datos coreanos, pero no así para otros valores. La evidencia para Corea sugiere que un valor adecuado para la elasticidad de la  $q$  de Tobin debe situarse entre 1,9 y 3. Estos valores se encuentran alrededor del intervalo de 2 a infinito propuesto por Bernanke et al. (1999) y Chari et al. (2006a), entre otros, ya que este intervalo implica pequeños costos de ajuste. Si uno está dispuesto a aceptar estos valores, la brecha de trabajo sería aparentemente más importante que la brecha de inversión para explicar la crisis de Corea.

Sin embargo, Kydland y Prescott (1982) sostienen que una función cuadrática de costos de ajuste es incompatible con los datos en el sentido de que implica que la elasticidad de la razón inversión-capital con respecto al precio del capital es la misma en el corto plazo y en el largo plazo. En este sentido, Christiano et al. (2005) y Christiano y Davis (2006) presentan una función alternativa de costos de ajuste que evita las críticas de Bernanke et al. (1999), Chari et al. (2006a), y Kydland y Prescott (1982). Al usar esta función alternativa, Christiano et al. (2005) reportan una estimación puntual para la elasticidad de la  $q$  de Tobin de 0,4, la cual es ligeramente más pequeña que el valor adoptado por Gertler et al. (2006). Por desgracia, este valor no puede compararse directamente con las estimaciones disponibles para la elasticidad de inversión, ya que las desviaciones de la inversión con respecto a su estado estacionario en el modelo de Christiano et al. (2005) dependen de su propio rezago así como de los precios contemporáneos y futuros del capital. En este sentido, podría ser interesante encontrar las contrapartes empíricas para la elasticidad de la  $q$  de Tobin consistentes con la función de costos de ajuste de Christiano et al (2005). Este es un tema que merece mayor análisis, ya que el valor de esta elasticidad podría implicar resultados radicalmente diferentes en relación a la importancia de ciertas brechas en particular (y, por lo tanto, de ciertas distorsiones para una clase grande de modelos) para tratar de explicar las fluctuaciones macroeconómicas.

## Referencias

Aoki, K., J. Proudman, y J. Vlieghe (2004), “House Prices, Consumption, and Monetary Policy: A Financial Accelerator Approach”, *Journal of Financial Intermediation* 13 (4), 414 - 435.

Bernanke, B., y M. Gertler (1989), “Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations”, *American Economic Review* 79, 14 - 31.

Bernanke, B., M. Gertler, y S. Gilchrist (1999), “The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework”, en *Handbook of Macroeconomics*, Volumen 1C, editado por J. Taylor y M. Woodford. Amsterdam: North-Holland.

Calvo, G. (1983), “Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework”, *Journal of Monetary Economics* 12, 383 - 398.

Carlstrom, C., y T. Fuerst (1997), “Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations: A Computable General Equilibrium Analysis”, *American Economic Review* 87, 893 - 910.

Céspedes, L., R. Chang, y A. Velasco (2004), “Balance Sheets and Exchange Rate Policy”, *American Economic Review* 94, 1183 - 1193.

Chari, V. V., P. J. Kehoe, y E. McGrattan (2006a), “Business Cycle Accounting”, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Research Department Staff Report 328. Por aparecer en *Econometrica*.

Chari, V. V., P. J. Kehoe, y E. McGrattan (2006b), “Appendices: Business Cycle Accounting”, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Research Department *Staff Report* 362.

Christiano, L. J., y J. M. Davis (2006), “Two Flaws in Business Cycle Accounting”, NBER *Working Paper* 12647.

Christiano, L. J., M. Eichenbaum, y C. L. Evans (2005), “Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy”, *Journal of Political Economy* 113 (1), 1 - 45.

Cook, D. (2004), “Monetary Policy in Emerging Markets: Can Liability Dollarization Explain Contractionary Devaluations?”, *Journal of Monetary Economics* 51, 1155 - 1181.

Elekdag, S., A. Justiniano, y I. Tchakarov (2006), “An Estimated Small Open Economy of the Financial Accelerator”, IMF *Staff Papers* 53 (2), 219 - 241.

Gertler, M., S. Gilchrist, y F. Natalucci (2006), “External Constraints on Monetary Policy and the Financial Accelerator”. Por aparecer en *Journal of Money, Credit and Banking*.

Gollin, D. (2002), “Getting Income Shares Right”, *Journal of Political Economy* 110 (2), 458 - 474.

Ingram, B. F., N. R. Kocherlakota, y N. E. Savin (1994), “Explaining Business Cycles. A Multiple Shock Approach”, *Journal of Monetary Economics* 34, 415 - 428.

Ireland, P. N. (2004), “A Method for Taking Models to the Data”, *Journal of Economic Dynamics and Control* 28, 1205 - 1226.

- Koo, J., y S. L. Kiser (2001), "Recovery from a Financial Crisis: The Case of South Korea", Federal Reserve Bank of Dallas *Economic and Financial Review*, 24 - 36.
- Kydland, F. E., y E. C. Prescott (1982), "Time to Build and Aggregate Fluctuations", *Econometrica* 50 (6), 1345 - 1370.
- Lubik, T. A., y W. L. Teo (2005), "Do World Shocks Drive Domestic Business Cycles? Some Evidence from Structural Estimation", *mimeo*, John Hopkins University.
- Otsu, K. (2006), "A Neoclassical Analysis of the Korean Crisis", Bank of Japan's IMES *Discussion Paper* No. 2006-E-26.
- Shin, I., y J. H. Hahm (1998), "The Korean Crisis: Causes and Resolution", Korea Development Institute *Working Paper* 9805.
- Schmitt-Grohe, S., y M. Uribe (2003), "Closing Small Open Economy Models", *Journal of International Economics* 61, 163 - 185.
- Tovar, C. (2006), "An Analysis of Devaluations and Output Dynamics in Latin America Using an Estimated DSGE Model ", *mimeo*.
- Tovar, C. (2005), "The Mechanics of Devaluations and the Output Response in a DSGE Model: How Relevant is the Balance Sheet Effect?", BIS *Working Paper* 192.
- Young, A. (1995), "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience", *Quarterly Journal of Economics* 110 (3), 641 - 680.

## Apéndice A

Este apéndice presenta el sector externo, el problema del minorista y las condiciones de primer orden del modelo de Gertler et al. (2006). También se describen las condiciones de primer orden de la economía prototipo asociada y muestra en detalle la prueba de la Proposición 1 presentada en el texto principal.

### El modelo del acelerador financiero de Gertler et al. (2006)

*Sector Externo.* En el modelo, el sector externo se describe de manera exógena por el precio de bienes extranjeros comerciables y por el consumo externo de los bienes domésticos comerciables. Para simplificar, la ley de un solo precio aplica para los bienes extranjeros comerciables al mayoreo. Si  $P_t^{F*}$  denota el precio en moneda extranjera de los bienes foráneos y  $P_{W,t}^F$  es el precio al mayoreo de los bienes extranjeros en moneda doméstica, entonces

$$P_{W,t}^F = S_t P_t^{F*}. \quad (\text{A.1})$$

La demanda extranjera por el bien doméstico comerciable,  $C_t^{H*}$ , está dada por

$$C_t^{H*} = \left[ \left( \frac{P_t^{H*}}{P_t^*} \right)^{-\nu} Y_t^* \right]^v (C_{t-1}^{H*})^{1-\nu}, \quad 0 \leq \nu \leq 1, \quad (\text{A.2})$$

donde  $Y_t^*$  es la producción extranjera (exógena) en términos reales. La expresión  $(C_{t-1}^{H*})^{1-\nu}$  introduce inercia en la demanda extranjera de bienes domésticos, la cual puede surgir por preferencias en el extranjero con formación de hábitos. Finalmente, la tasa de interés nominal bruta del extranjero  $(1 + i_t^*)$  y el precio (en unidades de la moneda extranjera) del bien extranjero comerciable,  $P_t^{F*}$ , se toman como exógenos.

*Minoristas.* Existe un continuo de minoristas monopolísticamente competitivos en el intervalo unitario. Los minoristas compran bienes al mayoreo de los empresarios con el fin de revender estos bienes a los hogares, los productores de capital, el gobierno y el país extranjero después de realizar una ligera diferenciación del producto a un costo fijo  $\kappa$ . Sea  $Y_t^H(z)$  el bien vendido por el minorista  $z$ . Se supone que el bien doméstico final es un agregado CES de bienes individuales al menudeo:

$$Y_t^H = \left[ \int_0^1 Y_t^H(z)^{\frac{\theta-1}{\theta}} dz \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} - \kappa. \quad (\text{A.3})$$

Sea  $P_t^H$  el precio del bien doméstico final. Este precio está dado por

$$P_t^H = \left[ \int_0^1 P_t^H(z)^{1-\vartheta} dz \right]^{\frac{1}{1-\vartheta}}. \quad (\text{A.4})$$

La minimización de costos implica que la demanda que enfrenta el minorista  $z$  está dada por  $Y_t^H(z) = \left( \frac{P_t^H(z)}{P_t^H} \right)^{-\vartheta} Y_t^H$ . El costo marginal de producir una unidad extra es el precio relativo al mayoreo  $\frac{P_{W,t}}{P_t}$  ya que los minoristas simplemente re-empacan los bienes al mayoreo.

Los minoristas determinan sus precios nominales de forma escalonada, como en Calvo (1983). Como es bien conocido, en dicho esquema algunos minoristas en tiempo  $t$  pueden modificar su precio de forma óptima con probabilidad  $(1 - \theta)$ , sin importar el tiempo transcurrido desde su último ajuste. Así, el parámetro  $\theta$  captura el grado de rigideces de precios en la economía. Estos minoristas eligen sus precios para maximizar los beneficios esperados descontados sujeto a la demanda de su propio bien y a la restricción sobre la frecuencia de ajuste en precios. Sea  $\bar{P}_t^H$  el precio óptimo escogido por todos los minoristas que pueden determinar su precio en tiempo  $t$ . Alrededor del estado estacionario, el precio óptimo es

$$\bar{P}_t^H = \mu \prod_{i=0}^{\infty} (P_{W,t+i})^{(1-\beta\theta)(\beta\theta)^i}. \quad (\text{A.5})$$

Aquí,  $\mu \equiv \frac{1}{1-1/\vartheta}$  es el margen de ganancia sobre los precios al mayoreo deseado por el minorista. En un mundo de precios perfectamente flexibles, la ecuación (A.5) simplemente se reduce a  $\bar{P}_t^H = \mu P_{W,t}$ .

Dado el precio óptimo  $\bar{P}_t^H$ , el índice de precios domésticos alrededor del estado estacionario está dado por

$$P_t^H = (P_{t-1}^H)^\theta \left( \bar{P}_t^H \right)^{1-\theta}. \quad (\text{A.6})$$

La combinación de las expresiones (A.5) y (A.6) permite obtener la llamada nueva curva de Phillips para el precio de los bienes domésticos finales:

$$\frac{P_t^H}{P_{t-1}^H} = \left( \frac{\mu P_{W,t}}{P_t^H} \right)^\lambda E_t \left\{ \frac{P_{t+1}^H}{P_t^H} \right\}^\beta, \quad (\text{A.7})$$

con  $\lambda \equiv \frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta}$ . De manera similar, los bienes extranjeros en la economía doméstica están sujetos a un ambiente de determinación de precios al estilo de Calvo, tal como en el caso de los bienes domésticos. Puede mostrarse que si los minoristas enfrentan un costo marginal  $P_{W,t}^F$ , la tasa de inflación para los bienes extranjeros es

$$\frac{P_t^F}{P_{t-1}^F} = \left( \frac{\mu^f S_t P_t^{F*}}{P_t^F} \right)^{\lambda_f} E_t \left\{ \frac{P_{t+1}^F}{P_t^F} \right\}^\beta, \quad (\text{A.8})$$

donde  $\lambda_f \equiv \frac{(1-\theta^f)(1-\beta\theta^f)}{\theta^f}$  y  $\theta^f$  denota el grado de rigidez de precios en los bienes extranjeros.

Finalmente, dado que el índice de precios al consumidor  $P_t$  es una función de los precios de los bienes domésticos y extranjeros, la tasa de inflación del IPC alrededor del estado estacionario se puede escribir como

$$\frac{P_t}{P_{t-1}} = \left( \frac{P_t^H}{P_{t-1}^H} \right)^\gamma \left( \frac{P_t^F}{P_{t-1}^F} \right)^{1-\gamma}. \quad (\text{A.9})$$

*Condiciones de Primer Orden.* El problema de los hogares en el modelo de GGN consiste en maximizar (6) sujeto a (7) y a la restricción presupuestal (10). Las condiciones de optimalidad del problema vienen dadas por

$$\frac{C_t^H}{C_t^F} = \left( \frac{\gamma}{1-\gamma} \right) \left( \frac{P_t^H}{P_t^F} \right)^{-\rho}, \quad (\text{A.10})$$

$$(1-\varsigma)(C_t)^{(\sigma-1)(\varsigma-1)-1}(1-H_t)^{\varsigma(1-\sigma)} = \lambda_t, \quad (\text{A.11})$$

$$\lambda_t = \beta E_t \left\{ \lambda_{t+1} (1+i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\}, \quad (\text{A.12})$$

$$\frac{\xi}{M_t} = \lambda_t \frac{1}{P_t} - \beta E_t \left\{ \lambda_{t+1} \frac{1}{P_{t+1}} \right\}, \quad (\text{A.13})$$

$$E_t \left\{ \lambda_{t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \left[ (1+i_t) - \Psi_t (1+i_t^*) \frac{S_{t+1}}{S_t} \right] \right\} = 0, \quad (\text{A.14})$$

y

$$\frac{\varsigma C_t}{(1-\varsigma)(1-H_t)} = \frac{W_t}{P_t}. \quad (\text{A.15})$$

La primera ecuación se deriva del problema de minimización de costos de los hogares. Las ecuaciones restantes son relativamente estándar, donde  $\lambda_t$  es la utilidad marginal del consumo y  $(1+i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}}$  es la tasa de interés real bruta. Puesto que el instrumento de política monetaria se define en términos del tipo de cambio nominal o de la tasa de interés nominal en el modelo de GGN, la ecuación (A.13) solamente es útil para determinar el acervo del

dinero nominal. El término en corchetes de la expresión (A.14) es la paridad descubierta de la tasa de interés.

Los productores al mayoreo maximizan la producción bruta (12) neta de costos laborales y de utilización del capital, dada la función de producción (11). Las condiciones de optimalidad correspondientes están resumidas por:

$$(1 - \alpha)\Omega \frac{Y_t}{H_t} = \frac{W_t}{P_{W,t}}, \quad (\text{A.16})$$

$$(1 - \alpha)(1 - \Omega) \frac{Y_t}{H_t^e} = \frac{W_t^e}{P_{W,t}}, \quad (\text{A.17})$$

y

$$\alpha \frac{Y_t}{u_t} = \delta'(u_t) K_t \frac{P_{I,t}}{P_{W,t}}. \quad (\text{A.18})$$

Para capturar la respuesta tardía de la inversión en los datos, los productores de capital hacen sus planes de producción con un período de antelación. El problema correspondiente es

$$\max_{K_t, I_t^n} E_{t-1} \left\{ P_t Q_t \Phi \left( \frac{I_t^n}{K_t} \right) K_t - P_{I,t} I_t^n - P_t r_t^l K_t \right\}$$

con condiciones de primer orden

$$E_{t-1} \left\{ \Phi' \left( \frac{I_t^n}{K_t} \right) Q_t - \frac{P_{I,t}}{P_t} \right\} = 0, \quad (\text{A.19})$$

y

$$r_t^l = E_{t-1} \left\{ Q_t \left[ \Phi \left( \frac{I_t^n}{K_t} \right) - \Phi' \left( \frac{I_t^n}{K_t} \right) \frac{I_t^n}{K_t} \right] \right\}, \quad (\text{A.20})$$

donde  $r_t^l$  representa la tasa de arrendamiento del capital.

### La economía prototipo asociada

En la economía prototipo asociada, los hogares maximizan su utilidad esperada de por vida (6) sujeta a (7), (21) y (22), dada una condición inicial para el capital y los bonos domésticos y extranjeros. En dicho caso, las condiciones de optimalidad están descritas por (A.10) - (A.14) junto con

$$\frac{\varsigma C_t}{(1-\varsigma)(1-H_t)} = (1-\tau_{n,t}) \frac{W_t}{P_t} \quad (\text{A.21})$$

y

$$(1+\tau_{x,t}) \lambda_t P_{k,t} = \beta E_t \left\{ \lambda_{t+1} \left[ (1-\tau_{k,t+1}) r_{t+1} + (1+\tau_{x,t+1}) \tilde{P}_{k,t+1} \right] \right\}, \quad (\text{A.22})$$

donde

$$P_{k,t} = \frac{1}{\Phi' \left( \frac{I_t}{K_t} \right)}$$

y

$$\tilde{P}_{k,t} = P_{k,t} \left[ 1 - \delta + \Phi \left( \frac{I_t}{K_t} \right) - \Phi' \left( \frac{I_t}{K_t} \right) \left( \frac{I_t}{K_t} \right) \right].$$

Las empresas en la economía prototipo asociada maximizan beneficios (24). Las condiciones de primer orden están dadas por (A.16), (A.17) y

$$\alpha Y_t \left( \frac{P_{W,t}}{P_t} \right) = r_t K_t.$$

### Prueba de la Proposición 1

Para probar la proposición descrita en el texto principal, considere en primer lugar la brecha de eficiencia. Dicha brecha está dada por  $\tilde{A}_t = \omega_t A_t u_t^\alpha$ . Sustituyendo esta expresión en (23) conduce a la función de producción (11) del modelo de GGN.

A continuación, considere la brecha de trabajo  $1-\tau_{n,t}$ . La idea es mostrar que las rigideces nominales en precios del modelo de GGN pueden representarse en términos de una brecha de trabajo en la economía prototipo asociada. Para tal propósito, resulta útil escribir el problema de maximización para aquellos minoristas que están autorizados para determinar su precio óptimamente en el periodo  $t$ :

$$\max_{P_t^H(z)} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \theta^i \Delta_{i,t+i} \left[ \left( \frac{P_t^H(z)}{P_{t+i}^H} \right)^{1-\vartheta} - \varphi_{t+i}^r \left( \frac{P_t^H(z)}{P_{t+i}^H} \right)^{-\vartheta} \right] Y_{t+i}^H,$$

donde  $\Delta_{i,t}$  es el factor de descuento,  $Y_t^H(z) = \left( \frac{P_t^H(z)}{P_{t+i}^H} \right)^{-\vartheta} Y_t^H$  representa la demanda isoelástica que enfrenta cada minorista, y  $\varphi_t^r$  es el costo marginal real. Siguiendo a GGN, y debido

a que los minoristas simplemente re-empacan los bienes al mayoreo sin costo extra, el costo marginal de una unidad extra de producción es simplemente el precio al mayoreo relativo  $\frac{P_{W,t}}{P_t^H}$ . Puesto que el sector mayorista es perfectamente competitivo, el costo marginal para los productores al mayoreo,  $\varphi_t^w$ , debe ser igual al precio al mayoreo relativo  $\frac{P_{W,t}}{P_t^H}$ . Entonces debe ser cierto que  $\varphi_t^r = \varphi_t^w$ , donde puede mostrarse que el costo marginal  $\varphi_t^w$  es una función del precio relativo de la inversión  $\frac{P_{I,t}}{P_t}$ , y de los salarios reales de los empresarios y hogares, denotados respectivamente por  $\frac{W_t^e}{P_t}$  y  $\frac{W_t}{P_t}$ .

En consecuencia, el precio óptimo  $\bar{P}_t^H$  determinado por aquellos minoristas que pueden determinar su precio en tiempo  $t$  está dado por

$$\frac{\bar{P}_t^H}{P_t^H} = \left( \frac{\vartheta}{\vartheta - 1} \right) \frac{E_t \sum_{i=0}^{\infty} \theta^i \Delta_{i,t+i} \varphi_{t+i}^w \left( \frac{P_{t+i}^H}{P_t^H} \right)^\vartheta Y_{t+i}^H}{E_t \sum_{i=0}^{\infty} \theta^i \Delta_{i,t+i} \left( \frac{P_{t+i}^H}{P_t^H} \right)^{\vartheta-1} Y_{t+i}^H}. \quad (\text{A.23})$$

Para facilitar el análisis, suponga por un momento que todos los minoristas pueden ajustar su precio en cada periodo ( $\theta \rightarrow 0$ ). En dicho caso, la condición de optimalidad (A.23) se reduce a

$$\frac{\bar{P}_t^H}{P_t^H} = \mu \varphi_t^w,$$

el cual es el resultado estándar donde cada minorista determina su precio  $\bar{P}_t^H$  en términos de un margen de ganancia  $\mu \equiv \frac{\vartheta}{\vartheta-1} > 1$  sobre el costo marginal nominal  $P_t^H \varphi_t^w$ . Si además los precios fueran flexibles, la expresión de arriba se reduciría a  $\varphi_t^w = \frac{1}{\mu}$ . Simultáneamente, el costo marginal puede expresarse en términos del salario real dividido por el producto marginal del trabajo, de acuerdo con  $\varphi_t^w = \frac{W_t/P_t}{F_{n,t}}$ , donde  $F_{n,t}$  es el producto marginal del trabajo. Combinando estas dos expresiones conduce a

$$F_{n,t} = \mu \frac{W_t}{P_t}. \quad (\text{A.24})$$

La ecuación (A.24) es la condición familiar en un ambiente monopolísticamente competitivo donde el producto marginal del trabajo es igual al salario real multiplicado por el margen de ganancia. Finalmente, al sustituir (A.24) en la condición de optimalidad (A.15) se obtiene

$$\left(\frac{1}{\mu}\right) F_{n,t} = \frac{\varsigma C_t}{(1-\varsigma)(1-H_t)}.$$

Así, el término  $\frac{1}{\mu}$  introduce una brecha entre el producto marginal del trabajo y la tasa marginal de sustitución entre ocio y consumo agregado. Dicha brecha está representada por el término  $1 - \tau_{n,t} = \frac{\varsigma C_t}{(1-\varsigma)(1-H_t)} \frac{1}{F_{n,t}}$  en la economía prototipo asociada, como se establece en la proposición. Para el caso de rigideces nominales en precios ( $0 < \theta < 1$ ), la expresión (A.23) aún captura la idea de una brecha entre el salario real y el producto marginal del trabajo a lo largo del tiempo, lo cual a su vez afecta la decisión de optimalidad intratemporal entre ocio y consumo.

Ahora la idea es mostrar que el mecanismo del acelerador financiero en el modelo de GGN puede reinterpretarse en términos de una brecha de inversión  $\frac{1}{1+\tau_{x,t}}$  en la economía prototipo asociada. Primero, sea el impuesto sobre ingresos de capital  $\tau_{k,t} = \frac{\tau_{x,t} \tilde{P}_{k,t}}{r_t}$ . En dicho caso, la ecuación de Euler (A.22) en la economía prototipo asociada puede escribirse como

$$\lambda_t = \beta E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}}{(1 + \tau_{x,t}) P_{k,t}} \left( r_{t+1} + \tilde{P}_{k,t+1} \right) \right\}. \quad (\text{A.25})$$

Esta condición intertemporal necesita compararse con su contraparte en el modelo de GGN. Para tal efecto, sustituya (15) en (A.12). Luego, usando la definición de la tasa bruta de retorno al capital en términos reales (13) y la expresión (A.19) se puede obtener

$$\lambda_t = \beta E_t \left\{ \left[ \frac{\lambda_{t+1}}{\left(1 + \chi \left(\frac{B_{t+1}/P_t}{N_{t+1}}\right)\right) Q_t} \right] \left[ \frac{P_{W,t+1}}{P_{t+1}} F_{k,t+1} + \frac{P_{I,t+1}}{P_{t+1}} \left( \frac{1}{\Phi' \left(\frac{I_{t+1}^n}{K_{t+1}}\right)} - \delta(u_{t+1}) \right) \right] \right\}. \quad (\text{A.26})$$

Se puede mostrar que la condición intertemporal (A.26) del modelo de GGN se puede recuperar de (A.25) después de sustituir las ecuaciones relevantes para  $r_t$ ,  $\tilde{P}_{k,t}$  y la brecha de inversión  $1/(1 + \tau_{x,t})$  descrita en la proposición.

Finalmente, la brecha de consumo de gobierno se obtiene al sustituir las últimas dos expresiones de la proposición en la restricción de recursos de los hogares (21) y usando el hecho de que los beneficios  $\Pi_t$  son cero en la economía prototipo asociada.

## Apéndice B

El objetivo de este apéndice es ilustrar que las propiedades de la brecha de inversión son también sensibles al valor de la elasticidad de la  $q$  de Tobin cuando se considera todo el período (1982:3 - 2005:2). Las propiedades de las brechas se calculan utilizando los resultados del Cuadro 1. En primer lugar, el Cuadro 2 muestra las desviaciones estándar relativas a la producción y las correlaciones cruzadas para cada una de las cuatro brechas estimadas durante el período 1982:3 - 2005:2 utilizando datos filtrados con el método HP y asumiendo un valor para la elasticidad de la  $q$  de Tobin de 0,5. La parte A ilustra que la brecha del gobierno es altamente volátil (en relación con la producción), mientras que la brecha de eficiencia es la menos volátil de las cuatro brechas. Además, las brechas de eficiencia, trabajo e inversión se correlacionan positivamente con la producción, tanto contemporáneamente como durante varios periodos rezagados y adelantados. En contraste, la brecha del gobierno se correlaciona negativamente con la producción, tanto contemporáneamente como durante varios periodos rezagados y adelantados. La parte B muestra que la combinación de las brechas de eficiencia y de inversión, y de las brechas de trabajo e inversión se correlacionan positivamente de forma contemporánea y durante varios periodos rezagados y adelantados.<sup>17</sup>

La Tabla 3 presenta el mismo ejercicio que el Cuadro 2, pero asumiendo un valor infinito para la elasticidad de la  $q$  de Tobin. Ahora, la brecha de inversión es menos volátil (en relación con la producción) y está negativamente correlacionada con la producción, de manera contemporánea y durante varios periodos rezagados y adelantados. Las correlaciones cruzadas de la brecha de inversión con cada una de las brechas restantes ahora son del signo opuesto al reportado en la Tabla 2, con excepción de la brecha de eficiencia. Sin embargo, todos los demás resultados del Cuadro 3 son esencialmente similares a los reportados en el Cuadro 2. Por lo tanto, lo que puede concluirse de los Cuadros 2 y 3 es que la brecha de inversión es muy sensible a la especificación del valor de la elasticidad de  $q$  de Tobin, lo cual es un resultado consistente con la Figura 2.

El Cuadro 4 compara los movimientos simulados de la producción debido a una brecha en

---

<sup>17</sup> Como referencia, para el periodo de posguerra de los EE.UU. Chari et al. (2006a) también reportan que la brecha de eficiencia es la menos volátil entre todas las brechas, aunque la volatilidad de la brecha de gobierno es sustancialmente menor a la reportada en este documento. Del mismo modo, la producción de EE.UU. se correlaciona positivamente con las brechas de eficiencia, trabajo e inversión, tanto de manera contemporánea como para varios periodos rezagados y adelantados. Por último, también se encuentra una correlación positiva entre la brecha de inversión y la brecha de eficiencia o de trabajo.

particular con la producción actual para el período 1982:3 - 2005:2 utilizando datos filtrados con el método HP y suponiendo  $\eta = 0,5$ . El primer renglón de la parte A muestra que los movimientos de la producción debido a la brecha de eficiencia exclusivamente tienen una desviación estándar de 0,49 en relación con las fluctuaciones de la producción en los datos. De ahí que la brecha de eficiencia es incapaz de replicar las fluctuaciones de la producción. Sin embargo, la producción simulada debido a la brecha de eficiencia se correlaciona positivamente con la producción en los datos, tanto de manera contemporánea como durante varios periodos rezagados y adelantados. También se obtiene una correlación positiva entre la producción actual y la producción debida a fluctuaciones en la brecha de trabajo o de inversión, cada una actuando de manera aislada. Sus correspondientes desviaciones estándar relativas a la producción son 1,23 y 0,45, respectivamente. De este modo, la brecha de trabajo por sí sola sobre-estima las fluctuaciones de la producción mientras que la brecha de inversión por sí sola las subestima.<sup>18</sup> Por último, en la parte B se observa que la producción proveniente de la brecha de inversión está positivamente (negativamente) correlacionada con la producción proveniente de las brechas de eficiencia y de trabajo (la brecha de gobierno).

El Cuadro 5 repite el ejercicio numérico del Cuadro 4 suponiendo ahora un valor infinito para la elasticidad de la  $q$  de Tobin. Ahora las fluctuaciones de la producción debidas a cada una de las cuatro brechas son más grandes a medida que la elasticidad aumenta. Sin embargo, la correlación cruzada entre la producción actual y simulada sigue siendo más o menos la misma para la brecha de trabajo. Para el componente de la brecha de inversión, dicha correlación ahora es negativa. El signo de las correlaciones cruzadas entre la brecha de inversión y cada una de las otras brechas también se invierte, con excepción de la brecha de eficiencia.

La evidencia mostrada en los Cuadros 4 y 5 sugiere que la brecha de trabajo por sí sola es la fricción más prometedora para explicar las fluctuaciones de la producción en Corea durante el período 1982:3 - 2005:2 cuando  $\eta = 0,5$ , seguida por las brechas de inversión y de eficiencia. A medida que  $\eta$  se incrementa a infinito, la volatilidad de la producción debida a la brecha de trabajo es ahora 2,73 veces la volatilidad encontrada, mientras que la brecha de eficiencia por sí sola sigue siendo una fricción relativamente importante para

---

<sup>18</sup> Chari et al. (2006a) encuentran que la brecha de eficiencia para el periodo de posguerra en los EE.UU. exhibe la mayor desviación estándar relativa a la producción, aunque su magnitud es inferior a uno (0,73). Al igual que en el Cuadro 3, la producción de EE.UU. se correlaciona positivamente con la producción simulada proveniente de las brechas de eficiencia, trabajo e inversión, y negativamente con la brecha del gobierno.

explicar los movimientos de la producción. En contraste, la brecha de inversión por sí sola es ahora incapaz de explicar los movimientos de la producción en Corea. Esto es consistente con los resultados presentados en las Figuras 3, 6 y 8. Por último, la brecha de consumo del gobierno no es una fricción adecuada en cualquier caso.

## Apéndice C

Este apéndice describe brevemente cómo se construyen las variables así como las fuentes de datos.

La producción es el PIB real menos los impuestos netos de subsidios sobre la producción. La inversión en términos reales incluye el consumo de bienes duraderos. Al igual que en Chari et al. (2006b), el consumo del gobierno se define como la suma del consumo público real más las exportaciones netas de bienes y servicios en términos reales. Todas las series de cuentas nacionales provienen de la Oficina Nacional de Estadísticas de Corea (KNSO). La producción, inversión y el consumo de gobierno se dividen por la población entre 15 y 64 años según lo reportado por la KNSO.

Empleo es el número de personas de 15 años o más (tanto en zonas urbanas y rurales) empleadas durante la semana de referencia de acuerdo con la KNSO. Las horas trabajadas son las horas promedio efectivamente trabajadas a la semana en el sector manufacturero, de acuerdo con la OIT LABORSTAT (hasta 2002), y las horas trabajadas promedio en la industria manufacturera de acuerdo con la KNSO (de 2003:1 a 2005:2). El trabajo se define en términos de horas trabajadas per cápita (empleo  $\times$  horas trabajadas dividido por la población entre 15 y 64 años).

## Cuadro 1

Parámetros del Proceso Estocástico del Vector AR(1)<sup>a</sup>  
 Modelo de Referencia con Elasticidad de  $q$  de Tobin = 0.5

---



---

Matriz  $P$  de Coeficientes

$$\begin{bmatrix} 0.969 & -0.128 & -0.017 & 0.024 \\ (0.897,1.040) & (-0.180,-0.075) & (-0.040,0.006) & (0.006,0.042) \\ -0.117 & 0.628 & -0.081 & 0.072 \\ (-0.253,0.020) & (0.502,0.755) & (-0.137,-0.025) & (0.033,0.110) \\ -0.028 & -0.221 & 0.924 & 0.058 \\ (-0.277,0.221) & (-0.404,-0.038) & (0.835,1.012) & (-0.011,0.128) \\ -0.373 & -0.017 & 0.028 & 0.918 \\ (-0.687,-0.059) & (-0.271,0.238) & (-0.075,0.131) & (0.823,1.014) \end{bmatrix}$$

Matriz  $Q$  de Coeficientes

$$\begin{bmatrix} -0.022 & 0 & 0 & 0 \\ (-0.024,-0.019) & & & \\ -0.021 & 0.047 & 0 & 0 \\ (-0.030,-0.011) & (0.039,0.055) & & \\ 0.026 & 0.049 & 0.056 & 0 \\ (0.009,0.044) & (0.023,0.075) & (0.039,0.073) & \\ 0.014 & 0.084 & 0.003 & -0.109 \\ (-0.006,0.033) & (0.056,0.112) & (-0.025,0.031) & (-0.126,-0.091) \end{bmatrix}$$

Media de estados =  $[0.068 (0.047, 0.090), -0.012 (-0.048, 0.024),$   
 $0.116(0.067, 0.164), -2.015 (-2.147, -1.883)]$

---



---

<sup>a</sup>El proceso estocástico se describe en la ecuación (25) del texto principal. Los parámetros se estiman con máxima verosimilitud y datos de producción, trabajo, inversión y consumo de gobierno. Los números en paréntesis son intervalos de confianza al 90 por ciento provenientes de una distribución *bootstrapped* con 500 simulaciones.

## Cuadro 2

PROPIEDADES DE LAS BRECHAS CON ELASTICIDAD DE Q DE TOBIN = 0.5, 1982:3-2005:2 \*

A. Estadísticos						
Brechas	Desviación Estándar Respecto a la Producción	Correlación Cruzada de Brecha con Producción en Rezago k=				
		-2	-1	0	1	2
Eficiencia	0.61	0.18	0.29	0.43	0.40	0.34
Trabajo	2.07	0.24	0.53	0.76	0.39	0.05
Inversión	5.55	0.48	0.69	0.87	0.54	0.28
"Consumo de Gobierno"	10.79	-0.60	-0.65	-0.56	-0.44	-0.34
B. Correlaciones Cruzadas						
Brechas (X,Y)	Correlación Cruzada de X con Y en Rezago k=					
	-2	-1	0	1	2	
Eficiencia, Trabajo	0.12	0.10	-0.17	0.23	0.27	
Eficiencia, Inversión	0.11	0.25	0.45	0.44	0.40	
Eficiencia, "Consumo de Gobierno"	-0.19	-0.28	-0.36	-0.42	-0.39	
Trabajo, Inversión	0.30	0.48	0.65	0.48	0.27	
Trabajo, "Consumo de Gobierno"	-0.34	-0.41	-0.51	-0.52	-0.47	
Inversión, "Consumo de Gobierno"	-0.46	-0.59	-0.73	-0.74	-0.59	

\*Estadísticos basados en series logarítmicas y filtradas con el método HP.

## Cuadro 3

PROPIEDADES DE LAS BRECHAS CON ELASTICIDAD DE Q DE TOBIN = INFINITO, 1982:3-2005:2 \*

A. Estadísticos						
Brechas	Desviación Estándar Respecto a la Producción	Correlación Cruzada de Brecha con Producción en Rezago k=				
		-2	-1	0	1	2
Eficiencia	0.61	0.20	0.30	0.43	0.39	0.33
Trabajo	2.07	0.24	0.53	0.76	0.39	0.05
Inversión	1.66	-0.42	-0.56	-0.61	-0.39	-0.17
"Consumo de Gobierno"	10.79	-0.60	-0.65	-0.56	-0.44	-0.34
B. Correlaciones Cruzadas						
Brechas (X,Y)	Correlación Cruzada de X con Y en Rezago k=					
	-2	-1	0	1	2	
Eficiencia, Trabajo	0.13	0.11	-0.17	0.23	0.27	
Eficiencia, Inversión	-0.20	-0.20	0.02	-0.29	-0.29	
Eficiencia, "Consumo de Gobierno"	-0.21	-0.29	-0.35	-0.41	-0.37	
Trabajo, Inversión	-0.17	-0.41	-0.77	-0.48	-0.31	
Trabajo, "Consumo de Gobierno"	-0.34	-0.41	-0.51	-0.52	-0.47	
Inversión, "Consumo de Gobierno"	0.63	0.75	0.82	0.72	0.57	

\*Estadísticos basados en series logarítmicas y filtradas con el método HP.

## Cuadro 4

PROPIEDADES DE COMPONENTES DE PRODUCCIÓN CON ELASTICIDAD DE Q DE TOBIN = 0.5, 1982:3-2005:2\*

A. Estadísticos						
Componentes de Producción	Desviación Estándar Respecto a la Producción	Correlación Cruzada de Brecha con Producción en Rezago k=				
		-2	-1	0	1	2
Eficiencia	0.49	0.19	0.29	0.41	0.38	0.33
Trabajo	1.23	0.45	0.64	0.77	0.47	0.21
Inversión	0.45	0.48	0.70	0.89	0.56	0.30
"Consumo de Gobierno"	1.06	-0.58	-0.64	-0.58	-0.46	-0.34

B. Correlaciones Cruzadas						
Componentes de Producción (X,Y)	Correlación Cruzada de X con Y en Rezago k=					
	-2	-1	0	1	2	
Eficiencia, Trabajo	0.16	0.19	0.01	0.30	0.32	
Eficiencia, Inversión	0.13	0.27	0.50	0.43	0.39	
Eficiencia, "Consumo de Gobierno"	-0.20	-0.29	-0.36	-0.40	-0.34	
Trabajo, Inversión	0.53	0.68	0.75	0.58	0.38	
Trabajo, "Consumo de Gobierno"	-0.59	-0.73	-0.84	-0.76	-0.61	
Inversión, "Consumo de Gobierno"	-0.45	-0.60	-0.73	-0.72	-0.59	

\*Estadísticos basados en series logarítmicas y filtradas con el método HP.

## Cuadro 5

PROPIEDADES DE COMPONENTES DE PRODUCCIÓN CON ELASTICIDAD DE Q DE TOBIN = INFINITO, 1982.3-2005:2\*

A. Estadísticos						
Componentes de Producción	Desviación Estándar Respecto a la Producción	Correlación Cruzada de Brecha con Producción en Rezago k=				
		-2	-1	0	1	2
Eficiencia	0.86	0.08	0.15	0.26	0.28	0.28
Trabajo	2.73	0.45	0.64	0.76	0.47	0.20
Inversión	1.13	-0.46	-0.60	-0.64	-0.40	-0.18
"Consumo de Gobierno"	1.16	-0.58	-0.66	-0.65	-0.51	-0.38

B. Correlaciones Cruzadas						
Componentes de Producción (X,Y)	Correlación Cruzada de X con Y en Rezago k=					
	-2	-1	0	1	2	
Eficiencia, Trabajo	0.03	0.01	-0.22	0.14	0.22	
Eficiencia, Inversión	-0.03	0.00	0.26	-0.11	-0.18	
Eficiencia, "Consumo de Gobierno"	-0.06	-0.15	-0.35	-0.27	-0.24	
Trabajo, Inversión	-0.44	-0.67	-0.98	-0.73	-0.53	
Trabajo, "Consumo de Gobierno"	-0.61	-0.73	-0.77	-0.72	-0.57	
Inversión, "Consumo de Gobierno"	0.65	0.76	0.77	0.70	0.54	

\*Estadísticos basados en series logarítmicas y filtradas con el método HP.

Figura 1  
 Producción y Brechas Estimadas con Elasticidad de q de Tobin = 0.5  
 Modelo de Referencia

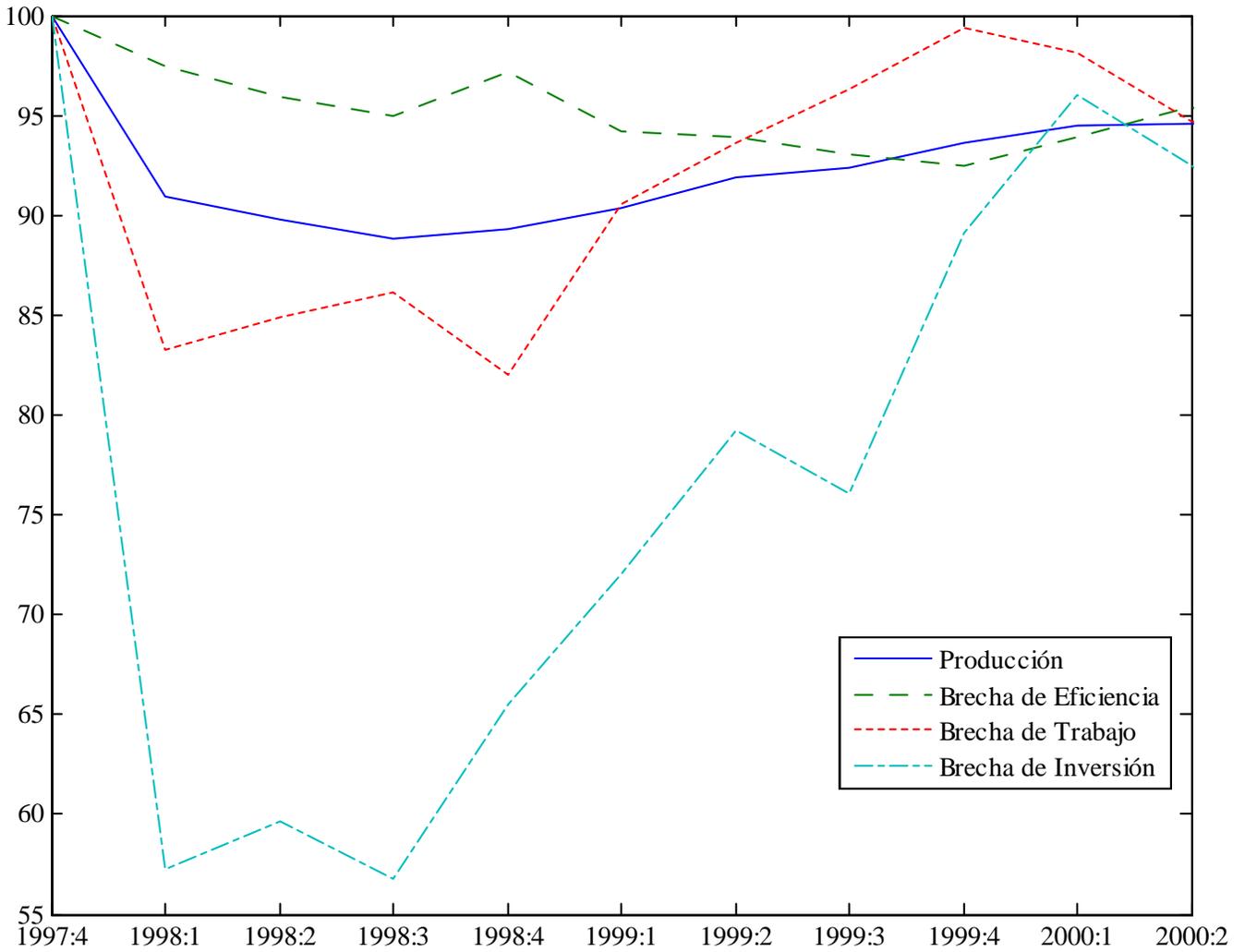


Figura 2  
 Producción y Brechas de Inversión bajo Valores Alternativos de la Elasticidad de q de Tobin  
 Modelo de Referencia

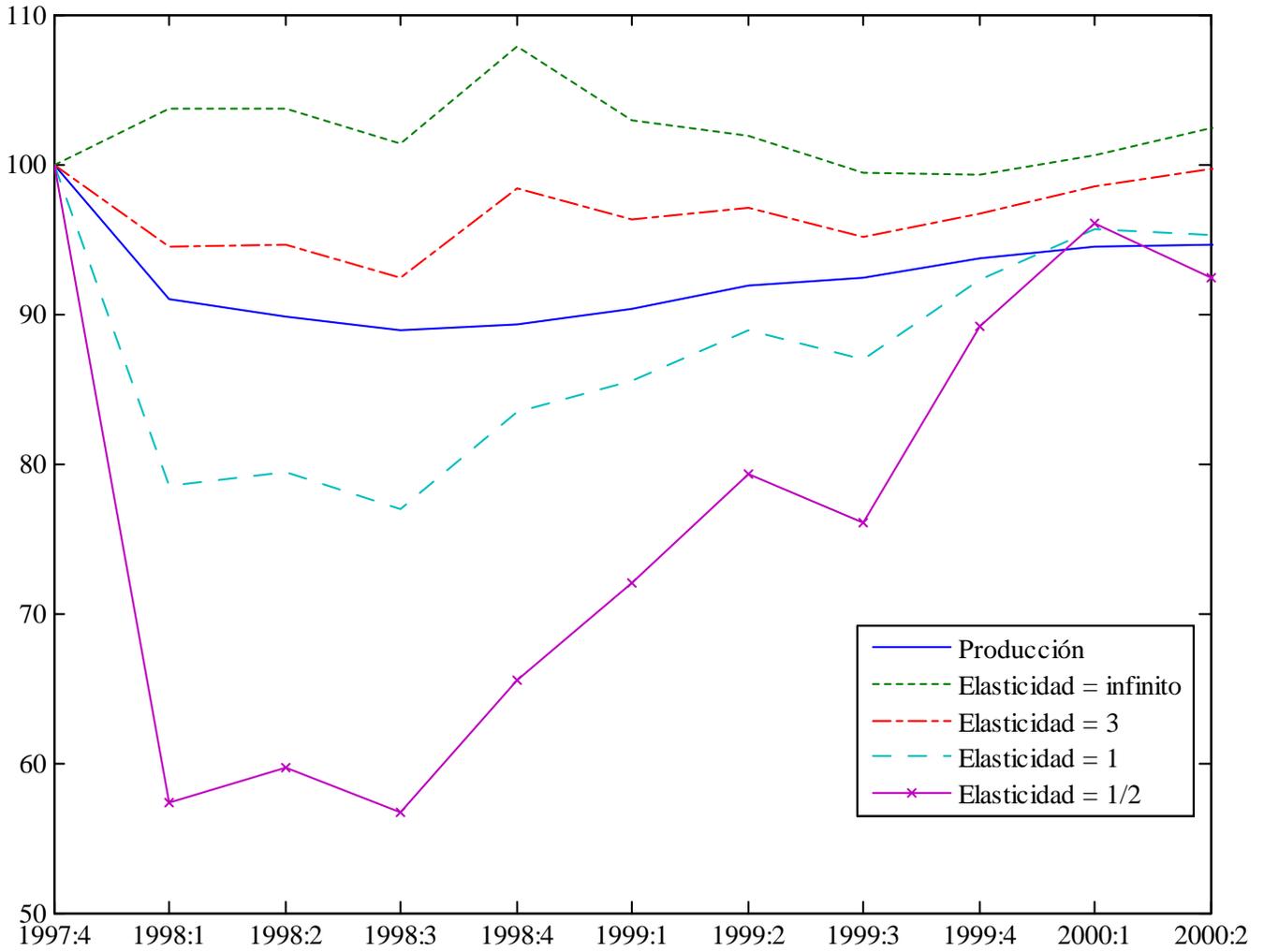


Figura 3  
 Datos y Predicciones del Modelo con la Brecha de Inversión y Valores Alternativos de la q de Tobin  
 Modelo de Referencia

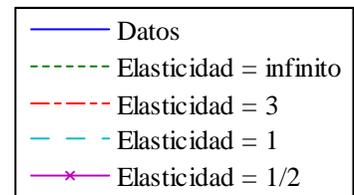
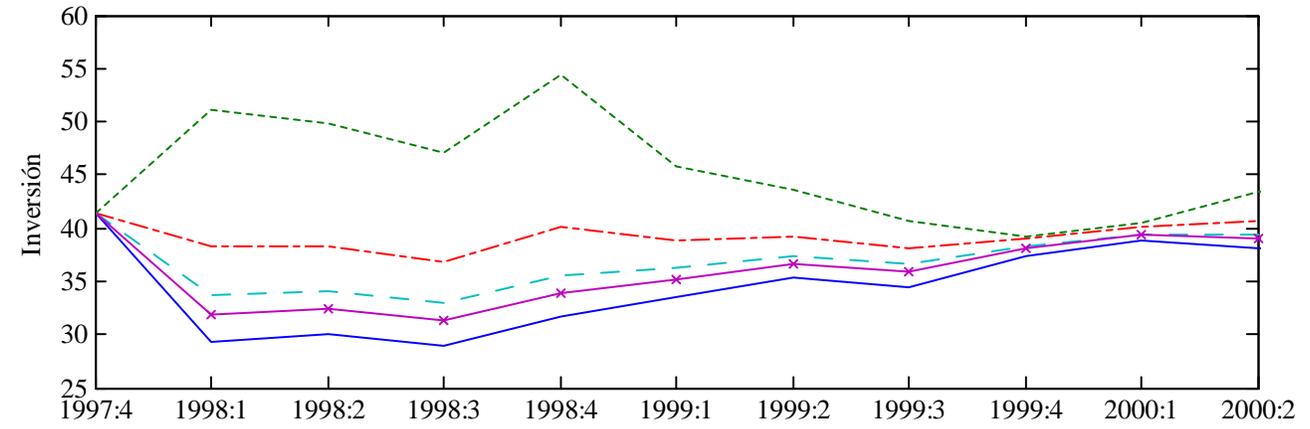
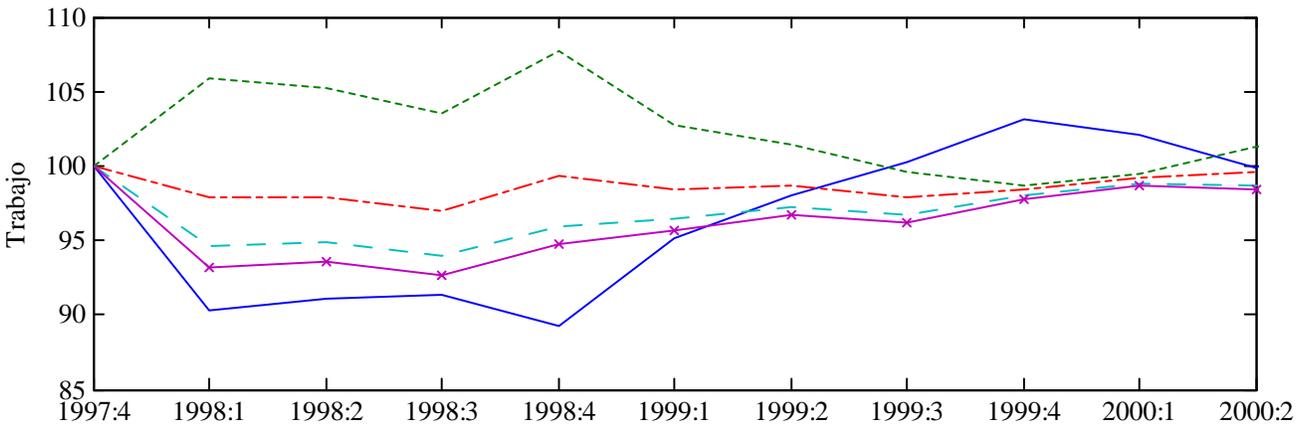
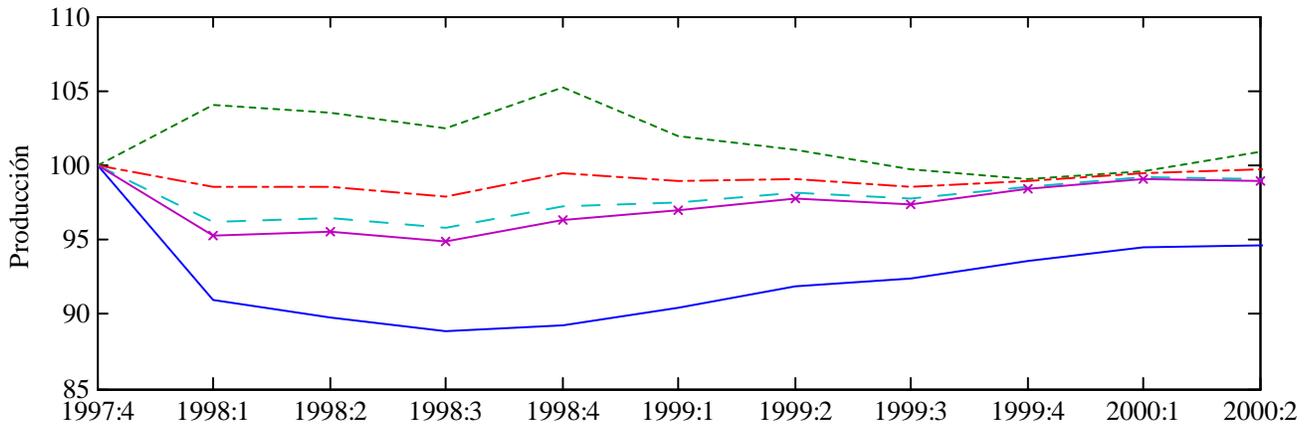


Figura 4  
 Datos y Predicciones del Modelo sin Brecha de Inversión bajo Valores Alternativos de la q de Tobin  
 Modelo de Referencia

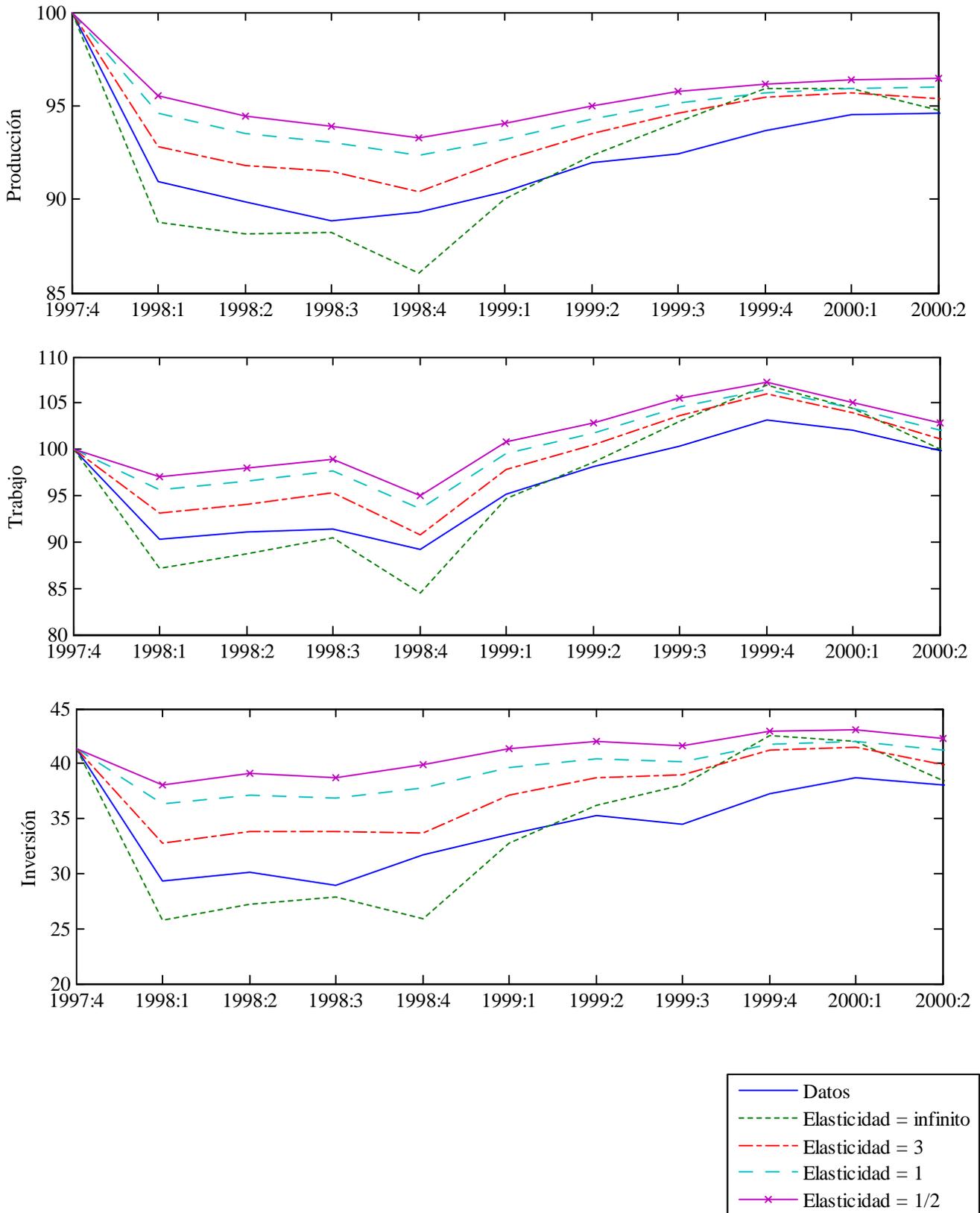


Figura 5  
 Datos y Predicciones del Modelo con la Brecha de Trabajo y Valores Alternativos de la q de Tobin  
 Modelo de Referencia

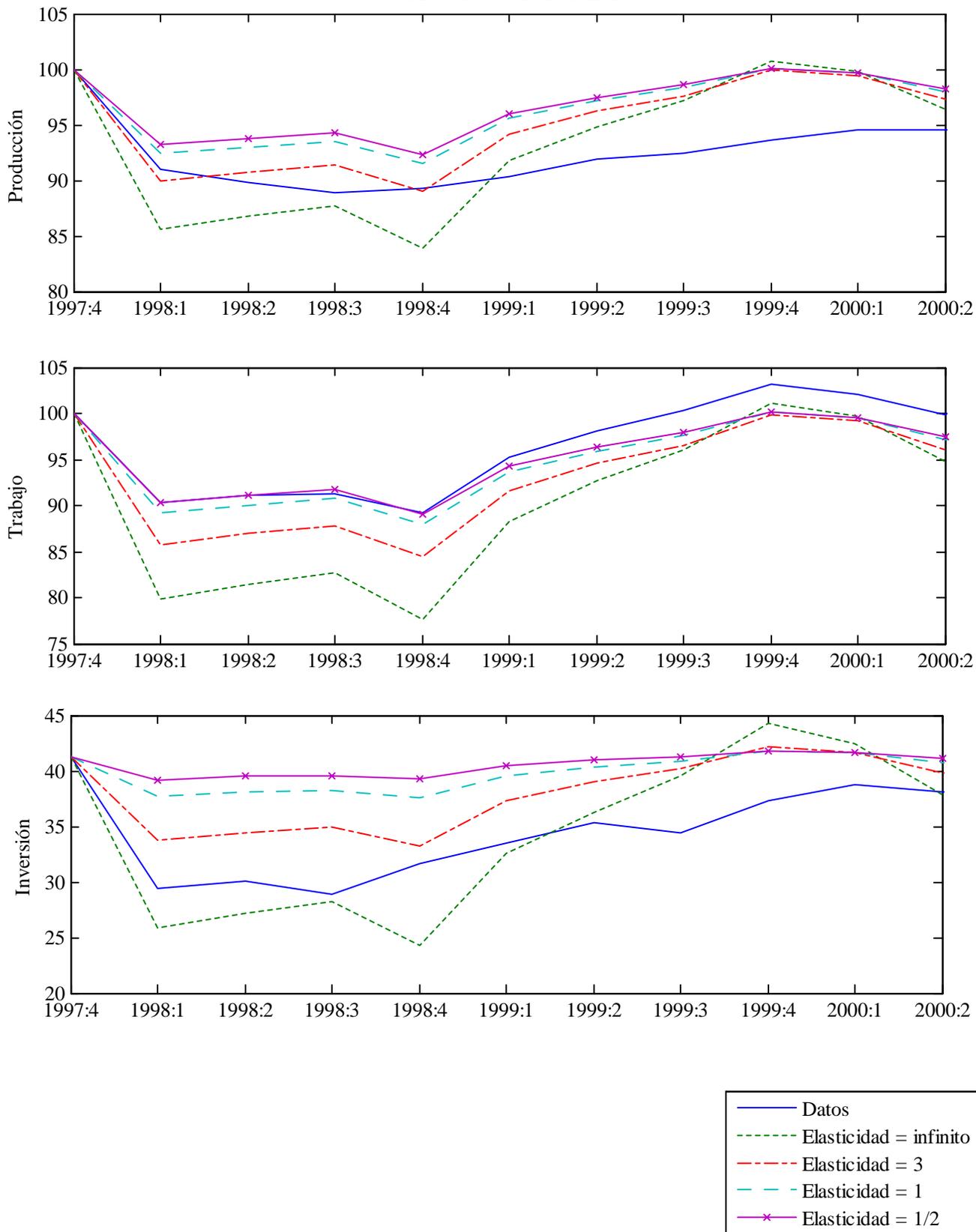


Figura 6  
 Datos y Predicciones del Modelo con la Brecha de Inversión y Valores Alternativos de la q de Tobin  
 Modelo con Utilización Variable del Capital

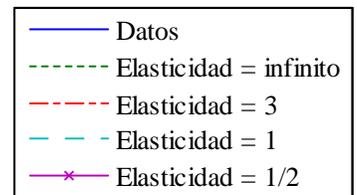
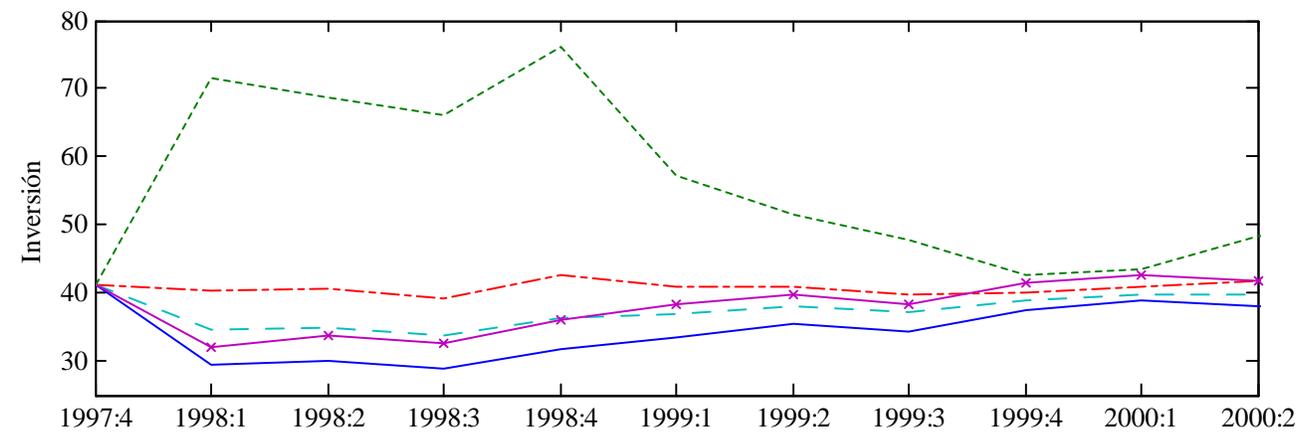
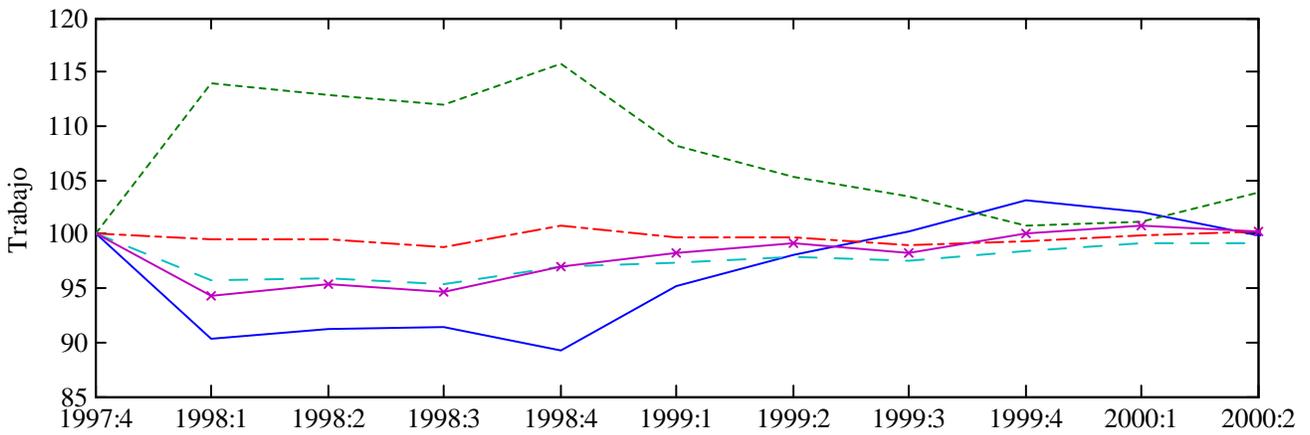
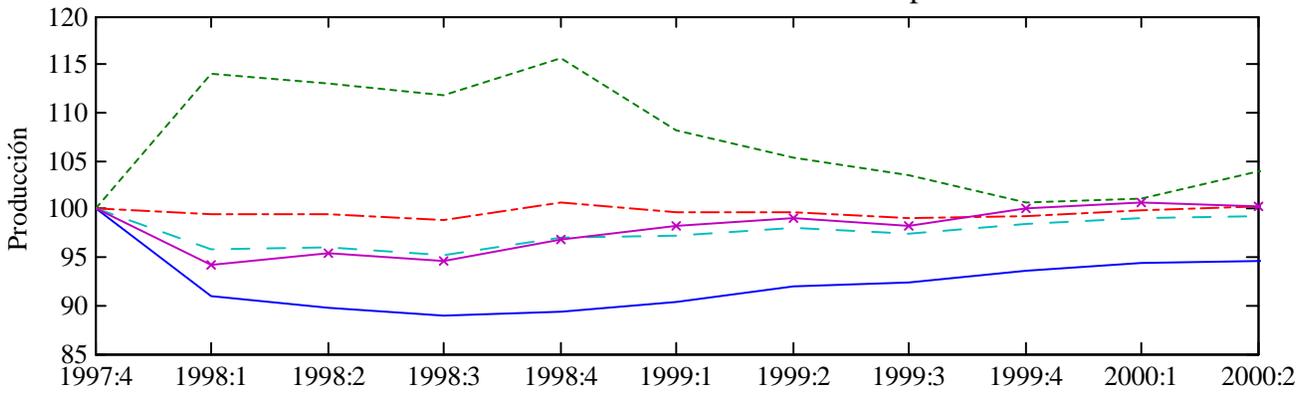


Figura 7  
 Datos y Predicciones del Modelo sin Brecha de Inversión bajo Valores Alternativos de la Elasticidad de q de Tobin  
 Modelo con Utilización Variable del Capital

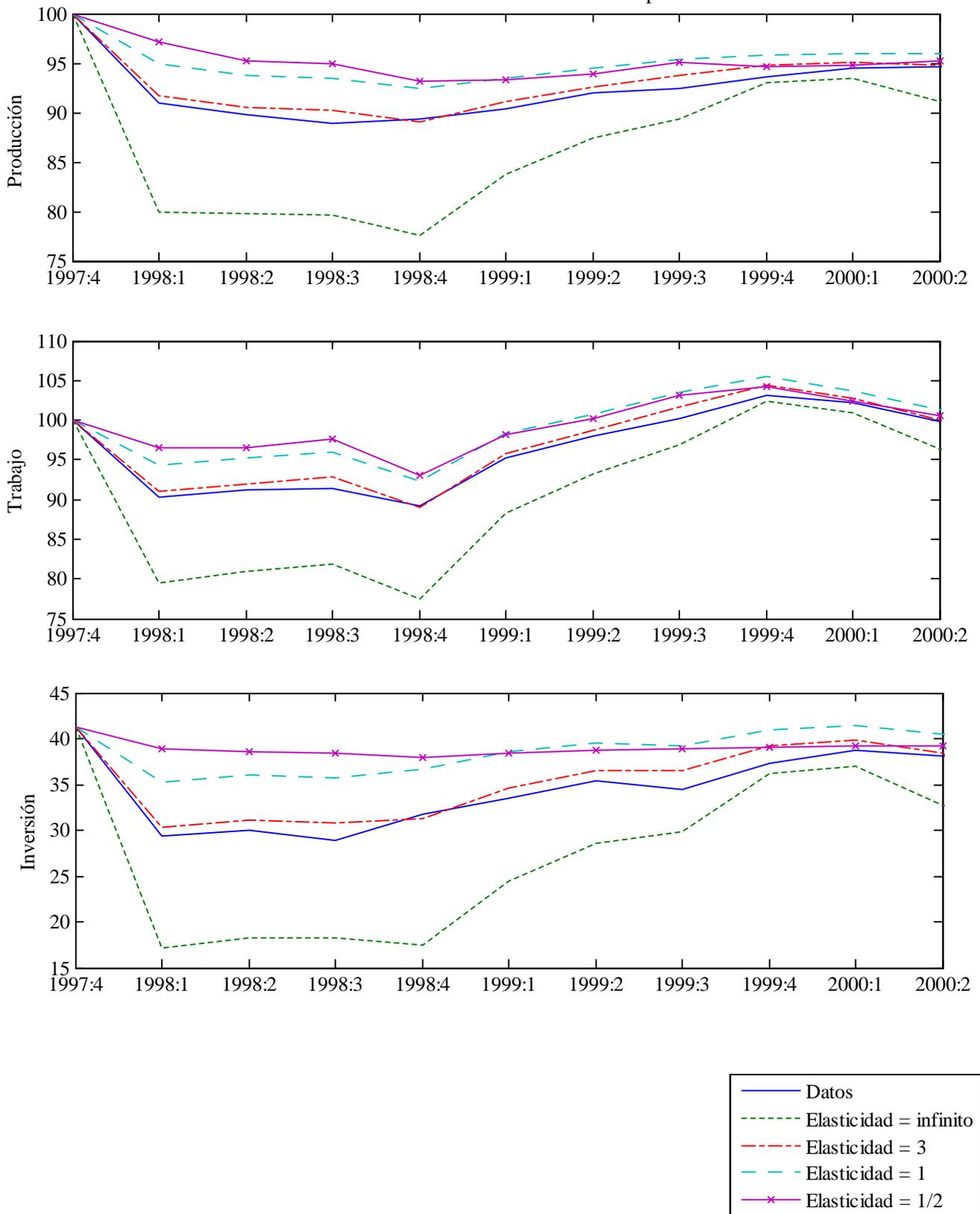


Figura 8  
 Datos y Predicciones del Modelo con la Brecha de Inversión y Valores Alternativos de la q de Tobin  
 Modelo de Referencia con Errores de Medición

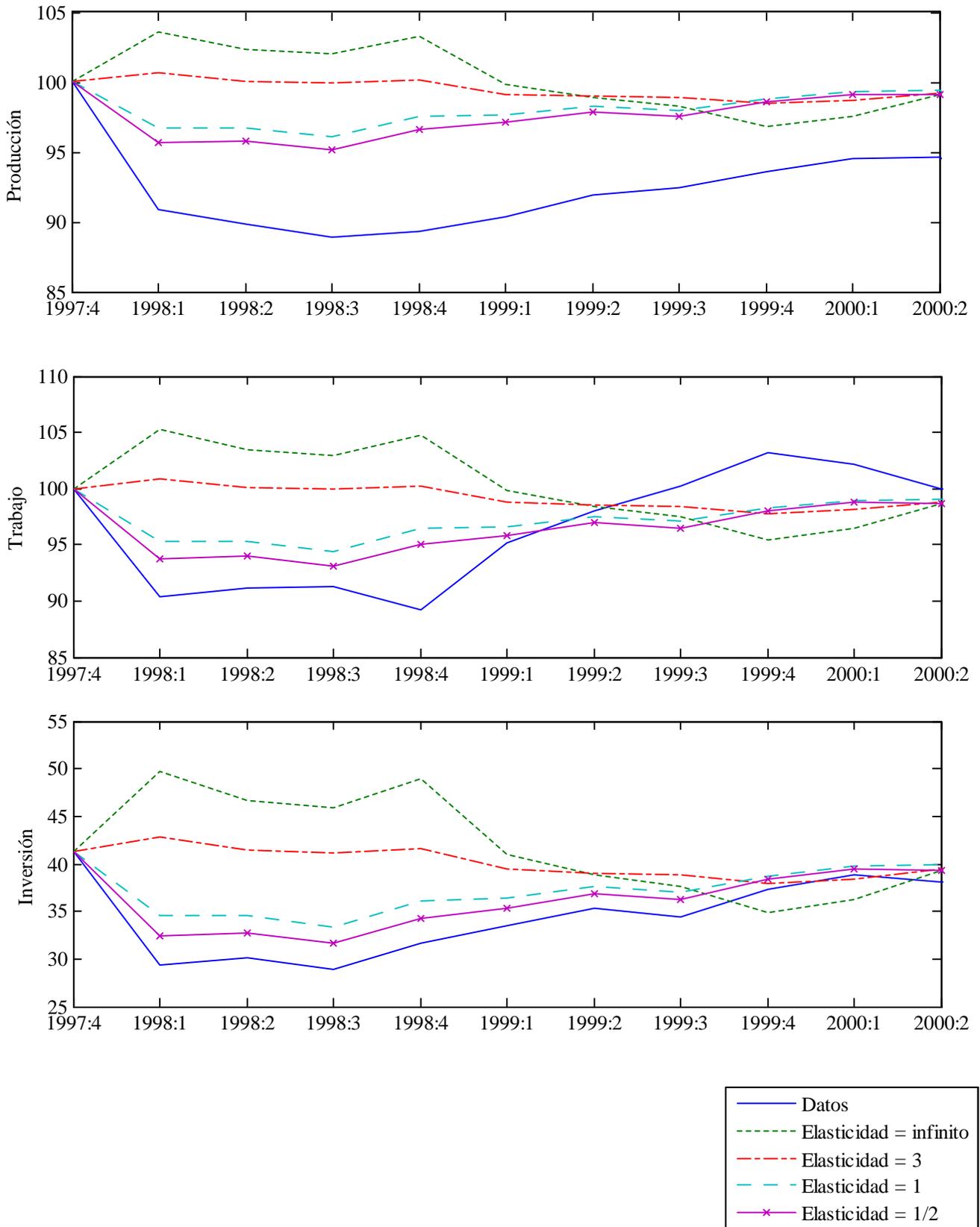


Figura 9  
 Datos y Predicciones del Modelo sin Brecha de Inversión bajo Valores Alternativos de la Elasticidad de q de Tobin  
 Modelo de Referencia con Errores de Medición

